

Aus dem Veterinär-Physiologischen Institut
der Justus Liebig-Universität in Gießen

Direktor: Prof. Dr. V. Horn

Die Analyse der Bewegungsarten des Deutschen Schäferhundes

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Veterinär Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

Gießen 1957

eingereicht von
LOTTE BRANDENBURG geb. Zeitler
Tierärztin aus Hof/Saale

Aus dem Veterinär - Physiologischen Institut
der Justus Liebig - Universität
in Giessen

Direktor: Prof.Dr. V. Horn

Die Analyse der Bewegungsarten des
Deutschen Schäferhundes

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktor - Grades
bei der Veterinär - Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig - Universität
zu Giessen

G i e s s e n 1957

eingereicht von

Lotte Brandenburg geb. Zeitler
Tierärztin aus Hof/Saale

**Mit Genehmigung der veterinär - Medizinischen Fakultät
in Giessen**

Dekan: Prof.Dr. R. Wetzel

Berichterstatter: Prof.Dr. V. Horn

Tag der mündlichen Prüfung: 20. 6. 1957

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Dr.Dr.h.c. W. Schauder

gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>Einleitung</u>	1
Die Bewegung der einzelnen Extremität	4
Die Gesamtbewegung	9
<u>I. Gehbewegungen</u>	
1. Schritt	
Die Fußfolge	13
Die zeitlichen Verhältnisse	13
Die Geschwindigkeit	19
Die räumlichen Verhältnisse	21
Die Schwerpunktsverlagerung	24
Gesamtbild des Schrittes	24
2. Passähnlicher Gang	27
Die Fußfolge	27
Die zeitlichen Verhältnisse	27
Die Geschwindigkeit	29
Die räumlichen Verhältnisse	29
Die Schwerpunktverlagerung	30
Gesamtbild des passähnlichen Ganges	30
<u>II. Die Laufbewegungen</u>	
1. Der Passlauf	
Die Fußfolge	32
Die zeitlichen Verhältnisse	32
Die Geschwindigkeit	37
Die räumlichen Verhältnisse	38
Die Schwerpunktsverlagerung	41
Gesamtbild des Passlaufes	41
2. Der Trab	
Die Fußfolge	44
Die zeitlichen Verhältnisse	45

Die Geschwindigkeit	48
Die räumlichen Verhältnisse	48
Die Schwerpunktsverlagerung	51
Gesamtbild des Trabes	51
3. Der Galopp	
Allgemeines	52
a. Canter	
Die Fußfolge	56
Die zeitlichen Verhältnisse	57
Die Geschwindigkeit	60
Die räumlichen Verhältnisse	61
Die Schwerpunktsverlagerung	62
b. alternierender Galopp	
Die Fußfolge	63
Die zeitlichen Verhältnisse	65
Die Geschwindigkeit	70
Die räumlichen Verhältnisse	70
Die Schwerpunktsverlagerung	73
c. zyklischer Galopp	
Die Fußfolge	73
Die zeitlichen Verhältnisse	74
Die Geschwindigkeit	82
Die räumlichen Verhältnisse	83
Die Schwerpunktsverlagerung	84
Die Gliedmaßenführung im Galopp	86
Gesamtbild des Galoppes	87
<u>Zusammenfassung</u>	90
<u>Literaturangaben</u>	93

- - - - -
- - -

Einleitung

=====

Das allein zweckmässige und erfolgreiche Hilfsmittel zur Erkennung der Vorgänge bei Lokomotionen vom Ort ist seit Jahrzehnten bereits die Kinematographie. Die rasche Aufeinanderfolge der fußenden und schwingenden Gliedmaßen machte es bis dahin unmöglich, eine genaue Bewegungsanalyse mit dem Auge durchzuführen. Beim Pferd ist diese Möglichkeit weitgehend genutzt worden und zwar mit besten Erfolgen. Die Gangarten Schritt, Trab, Galopp sind in ihrem Wesen und ihrer zeitlichen und räumlichen Charakteristik analysiert. Anders steht es mit den übrigen Haustieren. Aus praktischen Gründen wurde hier die Untersuchung der Bewegungsarten bei Haustieren mit dem Hund begonnen.

Die Arbeitsmethode:

Zur Analyse der Bewegungsarten wurden mehrere Normalfilme ausgewertet und zwar:

1. zeitlich
2. räumlich (mit Hilfe des Lytax-Auswertegerätes für Normalfilme).

1. Methodik der zeitlichen Auswertung

Auf 3 cm breiten, gekästelten Papierstreifen beliebiger Länge werden die fußenden bzw. schwingenden Gliedmaßen eingetragen; die Fußungsphasen in Form von Strichen, die Schwingphasen als Zwischenräume. Die Eintragung der 4 Gliedmaßen erfolgt strichweise auf 4 horizontalen Linien. Man erhält auf diese Weise eine Reihe zeitlicher Bewegungsbilder, aus denen folgende Größen in Tabellen übertragen werden können:

1. Fußfolge
2. Bewegungsfolge
3. Fußungsphase, Schwingphase
4. Phasenverschiebung

Die Begriffserklärung der zeitlichen Größen findet sich bei Abbildung 1.

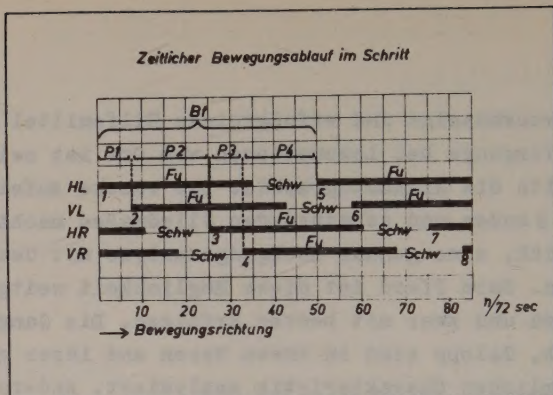


Abb.1. Zeitlicher Bewegungsablauf im Schritt, Schäferhund

Die schwarz ausgezogenen Linien sollen die Zeit der Fußung angeben, Fußungsphase Fu (das ist die Phase, in der die Pfote Berührung mit dem Boden hat), während die freigelassenen Zwischenräume die Zeit des Vorschwingens darstellen, Schwingphase Schw. Beide Phasen zusammen ergeben eine Bewegungsfolge (1 - 5). Eine Bewegungsfolge Bf ist der zeitliche Abschnitt vom Aufsetzen der Pfote über Fußungsphase und Schwingphase bis zum nächsten Aufsetzen der gleichen Gliedmaßen. Die Reihenfolge im Aufsetzen der vier Gliedmaßen ist die Fußfolge mit den Ziffern 1,2,3,4,5,6, bezeichnet. Da die Gliedmaßen nicht gleichzeitig fußen, zeigt sich noch ein Unterschied in der zeitlichen Aufeinanderfolge zweier fußender Gliedmaßen, die Phasenverschiebung P 1, P 2, P 3, und P 4.

2. Die räumliche Auswertung

des Filmmaterials erfolgt auf Transparentstreifen mit mm-Netz. Der Abstand der Fußungsflächen aller vier Gliedmaßen wird direkt auf den mm-Streifen eingezeichnet. Diese relativen Fußungsabstände können umgerechnet werden auf die normalen. Dabei muss die Schwankung der Kamera in die Berechnung einbezogen werden. Die abgelesenen Fußungsabstände ergeben Tabellen mit den Größen:

1. Schrittlänge
2. Bewegungslänge.

Ausserdem können durch Umrechnung der relativen auf die absoluten Maße die Spurbilder ermittelt werden. Die Begriffserklärung der räumlichen Größen gibt Abbildung 2.

3. Durch die Kombination von Raum- und Zeitstreifen

ist es möglich, die Gesamtgeschwindigkeit C (= Körpergeschwindigkeit, = die Geschwindigkeit, die der Kopf des Hundes über eine bestimmte Wegstrecke zurücklegt) zu bestimmen, andererseits auch die Geschwindigkeit c (= die Geschwindigkeit, die eine Pfote in der Schwingphase erreicht) zu berechnen.

4. Die weitere Tabellenauswertung

besteht in Mittelwertberechnungen zeitlicher und räumlicher Einzelwerte. Das Endresultat sind Übersichtstabellen. Eine weitere Möglichkeit ist die graphische Darstellung von den gefundenen zeitlichen und räumlichen Einzelwerten und deren Beziehung zueinander.

Es wurden insgesamt ca. 25000 Einzelbilder sowohl zeitlich als auch räumlich registriert und berechnet.

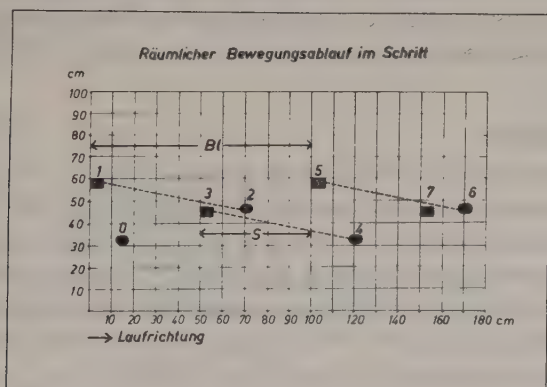


Abb.2. Räumlicher Bewegungsablauf im Schritt, Schäferhund

Die von links nach rechts hin aufgetragenen, schwarz ausgefüllten Rechtecke und ovale Tupfen, zeigen schematisiert die Lagen der Fußungsflächen an. (= Hintergliedmaßen, = Vordergliedmaßen). Der Abstand zweier Fußungsflächen ein und derselben Gliedmaße heißt Bewegungslänge Bl (1-5); der Abstand einer Hintergliedmaße zur nächstfolgenden Hintergliedmaße oder einer Vordergliedmaße zur nächstfolgenden ist die Schrittweite S . (z.B. 1-3, 3-5, oder 0-2, 2-4). Die Schrittweite ist $B\ 1/2$. Sie aber so nur definierbar für Schritt, Pass und Trab nicht dagegen für Galopp. Die Fußungsflächen im Zusammenhang betrachtet ergeben das Spurbild.

Die Bewegung der einzelnen Extremität

Um das Ineinanderspiel der Gliedmaßen in den verschiedenen Bewegungsarten verständlich zu machen, ist zunächst die Analyse der Einzelbewegung notwendig. (Einzelbewegung sei die Bewegung einer einzelnen Gliedmaße innerhalb einer Bewegungsart).

Analyse der Einzelbewegung

Die Einzelbewegung einer Gliedmaße ist die Synthese verschiedener Bewegungsphasen, die qualitativ in allen Gangarten die gleichen sind und sich nur quantitativ, d.h. in ihrem zeitlichen und räumlichen Erscheinen ändern. Man unterscheidet zunächst zwei Hauptphasen:

1. die Fußungsphase (früher funktionell gesehen unsachgemäß als Stützbeinphase bezeichnet)

2. die Schwingphase (-entspricht der Hangbeinphase).

Beide lassen sich dann weiterhin unterteilen in mehrere Teilphasen wie folgt.

1. Die Fußungsphase

Sie ist derjenige Abschnitt einer Einzelbewegung, in dem die Gliedmaße Berührung mit dem Boden hat. Funktionell ist diese Phase zusammengesetzt aus dem A u f f u ß e n (Aufsetzen einer Pfote), der eigentlichen S t ü t z p h a s e (Übernahme der Körperlast), der S t e m m p h a s e (Aktive Schwerpunktverlagerung, Arbeitsphase) und dem A b f u ß e n (Abheben der Pfote). Diese Reihenfolge ist bei allen Lokomotionen vom Ort gleichbleibend.

Die Zeit in der die Fußungsphase abläuft, ist die Fußungszeit. Sie umfaßt zeitlich entsprechend obiger Einteilung das A u f s e t z e n der Pfote, die S t ü t z z e i t (zeitlicher Ablauf der Stützphase), die S t e m m z e i t (zeitlicher Ablauf der Stemmphase) und das A b f u ß e n.

Das Auffüßen

dauert von der ersten Berührung mit dem Boden bis zur Lastübernahme (Durchtreten). Gegenüber dem Pferd, das mit dem

ganzen Tragerand zur gleichen Zeit den Boden berührt, setzt der Hund zuerst die Zehenspitze auf, dann die Zehenballen und schließlich die Sohlenballen. Nach dem Aufsetzen erfolgt mit der Lastübernahme (Spreitzen der Zehen und Druck auf Zehen- und Sohlenballen)

die Stützzeit.

Sie umfaßt die Zeit vom Auffußen bis zur Stemmzeit, d.h. bis zum Überschreiten der Lotlinie.¹⁾ In der Stützzeit hat die Gliedmaße hauptsächlich Stützfunktion. In erster Linie treten die passiven Einrichtungen des Bewegungsapparates (Sehnen, Bänder) in Tätigkeit. Auf die Stützzeit folgt

die Stemmzeit.

Sie beginnt, wenn die Gliedmaße die Lotlinie überschreitet, endet mit dem Abfüßen und ist durch stärkste Muskelanspannung gekennzeichnet. Rein äußerlich läßt sich ein Strecken der Gliedmaße und ein Abstemmen des Körpers vom Boden erkennen.

Das Abfüßen

ist die letzte Phase der Fußungszeit und leitet gleichzeitig zur Schwingphase über. Zeitlich gesehen kommt es dem Auffußen gleich. Es geschieht so, dass zuerst der Sohlenballen entlastet wird, dann die Zehenballen und schließlich lösen sich die Krallen vom Boden. Auffußen und Abfüßen sind als Einzelphasen unbedeutend, so dass sie ohne Beeinträchtigung der Ergebnisse zur Stütz- beziehungsweise Stemmzeit gerechnet werden können.

Einfach schematisiert läßt sich die Gliedmaße in der Fußungsphase mit einem Stabpendel vergleichen, dessen Drehpunkt die fußende Pfote und dessen freies Ende die Gliedmaße darstellt.

Die Geschwindigkeit c

der fußende Pfote ist Null, dagegen führen sämtliche Gelenke

- 1) das vom tuberculum majus humeri aus gefällte Lot trifft die Zehenspitzen des Vorderfußes, das vom trochanter major femoris aus gefällte Lot die Zehenspitzen des Hinterfußes. Diese Punkte wurden gewählt, weil sie am sich bewegenden Tier besser zu beobachten sind, als die von NICKEL-SCHUMMER-SEIFERLE angegebenen, Ansatzfläche des M. serratus und Hüftgelenk.

der zugehörigen Gliedmaße Vorwärtsbewegungen mit entsprechenden Teilgeschwindigkeiten aus.

Das Verhältnis Stütz-Stemmzeit innerhalb der Fußungsphase ist wenig veränderlich und beträgt etwa 1:1. Es ändert sich auch bei den verschiedenen Bewegungsarten wenig. Die Dauer der Fußungszeit ist hingegen von der Bewegungsart und ihrer Geschwindigkeit abhängig. Als Teil einer Bewegungsfolge (= zeitlicher Ablauf einer Einzelbewegung) nimmt die Fußungszeit mit steigender Gesamtgeschwindigkeit C ab.

Neben den obengenannten zeitlichen Abhängigkeitsbeziehungen (Fußungszeit - Geschwindigkeit C und Fußungszeit - Schwingzeit) bestehen auch solche funktioneller Art innerhalb der verschiedenen Bewegungsarten und zwar hinsichtlich der

Belastungsintensität.

Die Gliedmaßen sind ja die Träger der Körperlast und da das Gewicht des Körpers konstant bleibt, fällt den jeweils fußenden Gliedmaßen eine bestimmte Traglast zu, die pro Gliedmaße um so grösser wird, je weniger Gliedmaßen gleichzeitig in Fußung sind. Die Belastungsintensität ist aber nicht nur abhängig von der Anzahl gleichzeitig fußender Gliedmaßen (Unterstützungsfelder), sondern auch von der Fußungszeit dieser. Je kürzer bei schnelleren Bewegungsarten (Trab, Galopp) die Fußungszeit einer Gliedmaße ist, um so intensiver wird auch ihre Belastung. Die Belastungsintensität steht also in direktem Zusammenhang mit den verschiedenen Gliedmaßenkonstellationen, wie sie sich bei den verschiedenen Bewegungsarten ergeben. Im Schritt ist die Unterstützungsfläche am größten, daher die Belastung/ cm^2 am geringsten. Da das Körpergewicht konstant bleibt, folgt daraus, dass im Trab und Galopp die Belastung/ cm^2 erheblich steigen muss, wenn die Unterstützungsflächen kleiner werden.

Doch treten diese funktionellen Unterschiede hinsichtlich der Belastungsintensität nicht nur innerhalb der verschiedenen Bewegungsarten zutage, sondern auch in ein und derselben Bewegungsart zeigen sich Abweichungen zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen. Bedingt sind diese durch die Lage des Körperschwerpunktes. Da dieser den Vordergliedmaßen näher liegt, ist die

Belastungsintensität der Vordergliedmaßen grösser als die der Hintergliedmaßen.

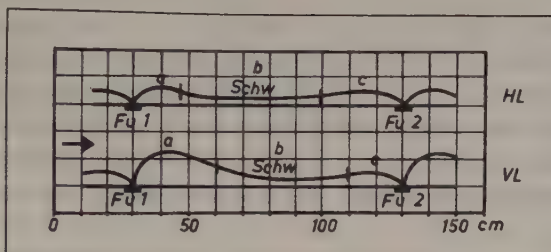


Abb.3. Schwingkurvenverlauf im Schritt, Schäferhund

Für den Schritt genügt es, jeweils ein Beinpaar (eine Hintergliedmaße und eine Vordergliedmaße) darzustellen, da die Schwingbogen zweier Vorder- und zweier Hintergliedmaßen einander gleich sind.

Zeichenerklärung: Fu = Fußungsphase HL = hinten links
 Schw = Schwingphase HR = hinten rechts
 a = Anschwingkurve VL = vorne links
 b = Schwingkurve VR = vorne rechts
 c = Ausschwingkurve

Der Pfeil gibt die Bewegungsrichtung an.

2. Die Schwingphase

Die Fußungsphase wird abgelöst von der Schwingphase. Sie ist derjenige Zeitabschnitt einer Einzelbewegung, in dem die Gliedmaße frei in der Luft schwingt. Sie beginnt nach dem Abfußen und reicht bis zum nächsten Aufsetzen. Die Zeit, welche die Gliedmaße dazu benötigt, heißt Schwingzeit. Funktionell läßt sich die Schwingphase unterteilen in 3 typische Teilphasen, das A n s c h w i n g e n, das S c h w i n g e n und das A u s s c h w i n g e n. (Abb.3) Sie äussern sich im kinemographischen Bild in Kurven (Schwingbogen), die von den Pfoten durchlaufen werden. Man unterscheidet die A n s c h w i n g - k u r v e mit steilem Anstieg und flachem Abstieg (Abb. 3a), darauf folgt die eigentliche S c h w i n g k u r v e in Form einer zur Bodenlinie hin durchgebogenen, flachen Kurve (Abb. 3b) und schließlich die A u s s c h w i n g k u r v e (Abb. 3c) mit einem weiteren flachem Anstieg als Vorbereitung für

das neue Fußes; ein steilerer Abfall bis zur Bodenlinie beendet die Ausschwingkurve und zeigt die Fußung an.

Für Vorder- und Hintergliedmaßen ergeben sich Unterschiede in diesem Kurvenverlauf. Ganz allgemein lässt sich sagen, daß die Schwingkurven der Hintergliedmaßen flacher liegen als die der Vordergliedmaßen. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich im anatomischen Bau, nämlich der freieren Beweglichkeit der Vordergliedmaßen gegenüber den Hintergliedmaßen. Auch innerhalb der Bewegungsarten ändert sich der Schwingkurvenverlauf.

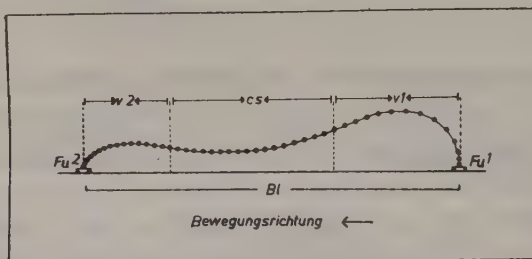


Abb.4. Schwinggeschwindigkeit c.

Die Schwinggeschwindigkeit c ist das Verhältnis von Bewegungslänge zu Schwingzeit. $c = \frac{Bl}{Schw}$

$v1$ = beschleunigte Bewegung

cs = Übergangsphase (Durchschnittsgeschwindigkeit längs des Schwingbogens)

$w2$ = verzögerte Bewegung.

Die Geschwindigkeit c.

Als Geschwindigkeit c bezeichnet man die Geschwindigkeit der schwingenden Pfote. Sie lässt sich berechnen aus der Bewegungslänge und der Schwingzeit nach der Formel:

$$c = \frac{\text{Bewegungslänge } Bl}{\text{Schwingzeit}} \quad \text{cm/sec}$$

Zu beachten ist allerdings, dass dieses c eine Durchschnittsgeschwindigkeit ist und nicht die wirklichen Geschwindigkeitsverhältnisse der schwingenden Pfote wiedergibt. Anfangs beim Anschwingen zeigt sich c stark beschleunigt, gibt dann

einer mehr oder weniger gleichmäßigen Geschwindigkeit Raum, die etwas über dem Durchschnitt liegt, und gegen Ende der Schwingphase tritt eine erhebliche Verzögerung ein bis zum Geschwindigkeitsabfall auf Null (Fußung). (Abb.4) Die schwingende Pfote legt in gleichen Zeiten nicht gleiche Wege zurück, es handelt sich demnach teilweise um eine beschleunigte, teilweise um eine verzögerte Bewegung. Je schneller die Bewegungsart wird, um so größer wird auch die positive Beschleunigung beim Abfüßen und die negative Beschleunigung beim Auffüßen. Dementsprechend ändern sich auch die Durchschnittswerte für c . (Tab.1)

Bewegungsart	C cm/sec	c cm/sec	Tab.1
Schritt	146	423	Über- sichtstabel- le von Kör- pergeschwin- digkeit C u. Schwinggesch. keit c.
Pass (Gang)	247	550	
Pass (Lauf)	282	544	
Trab	369	656	
Galopp (altern. links)	821	1039	
Galopp (zyklisch links)	1212	1604	

In räumlicher Hinsicht ist die Schwingphase die Phase der eigentlich sichtbaren Bewegung vom Ort. Bei jeder Bewegungsfolge wird in der Schwingzeit jede Gliedmaße um ein für die Bewegungsart charakteristisches Stück vorgesetzt. Der Abstand zweier hintereinanderliegender Fußungsflächen ein und derselben Gliedmaße heißt Bewegungslänge B_l , der dazu gehörende zeitliche Abschnitt Bewegungsfolge B_f .

Damit wären die einzelnen Bewegungsphasen abgehandelt und es folgt nun ein weit schwierigerer Teil, nämlich der der Gesamtbewegung und deren Analyse.

Die Gesamtbewegung

Die Gesamtbewegung ist die Summe unzähliger, koordinierter Einzelbewegungen und diese wiederum die Resultierenden vie-

ler Einzelbewegungsphasen.

Die Gesamtbewegung läßt sich in typische Bewegungsformen aufteilen, die sogenannten Bewegungsarten.

Eine Bewegungsart ist die Summation unzähliger, funktionell gleichartiger Einzelbewegungen, deren gegenseitige Zuordnung sich nicht ändert und über längere Zeit beibehalten wird.

Zum Verständnis der ineinandergreifenden Bewegungsabläufe der einzelnen Gliedmaßen ist noch die Erklärung eines weiteren Begriffes notwendig und zwar die der

Phasenverschiebungen.

Die Phasenverschiebung ist der zeitliche Unterschied im Fußungsbeginn nacheinanderfolgender Gliedmaßen (Abb.1). Die Bewegungen der einzelnen Gliedmaßen erfolgen in einem wohlgeordneten Nacheinander, wobei sie sich in ihren Teilbewegungen überlagern. Der jeweilige Fußungsbeginn einer Extremität liegt um eine für die betreffende Bewegungsart charakteristische Zeitspanne früher oder später gegenüber der folgenden oder vorhergehenden. Entsprechend der Gliedmaßenzahl lassen sich demnach vier Phasenverschiebungen unterscheiden: P_1, P_2, P_3, P_4 . P_1 sei dabei die Phasenverschiebung, d.h. der zeitliche Unterschied im Fußungsbeginn der ersten beiden Gliedmaßen, die nacheinander in Fußung kommen. Für Schritt und Trab kann jede Gliedmaße die erstfußende sein. Es kommt nur darauf an, von welcher Extremität aus man den Bewegungsablauf beobachtet. Beim Galopp liegen die Verhältnisse etwas anders. Hier ist es gewöhnlich die erstfußende Gliedmaße die, welche nach der Schwebephase zuerst den Boden berührt. An P_1 schließen sich dann P_2 und P_3 und P_4 als bestimmende Größen für den Fußungsbeginn der nachfolgenden Extremitäten an.

In ihrer zeitlichen Ausdehnung ist die Phasenverschiebung sehr unterschiedlich. Sie steht in Abhängigkeit von der Dauer der Bewegungsfolge B_f und der Geschwindigkeit C einer Bewegungsart. Die Phasenverschiebungen unter sich sind eben-

falls verschieden groß und zwar in einem bestimmten Verhältnis. Im Schritt gilt z.B. die Beziehung: $P_1 + P_2 = P_3 + P_4$, ebenso ist es im Trab. Im Galopp dagegen sind alle vier Phasenverschiebungen verschieden.

Als letzte zu definierende Größe bleibt die Gesamtgeschwindigkeit C.

Die Gesamtgeschwindigkeit C.

einer Bewegungsart ist das Verhältnis von Bewegungsfolge Bf zu Bewegungslänge Bl wie es folgende Formel wiedergibt:

$$C = \frac{\text{Bewegungslänge } Bl}{\text{Bewegungsfolge } Bf} \quad \text{cm/sec}$$

(Zur Geschwindigkeitsvermittlung wurde als Bezugspunkt der Kopf des Hundes gewählt, da er sich bei allen Bewegungsarten mit ziemlich gleichförmiger Geschwindigkeit vorwärts bewegt).

Da aber die Dauer einer Bewegungsfolge auch in Beziehung zu der Dauer der Fußungs- und Schwingzeit, sowie der Phasenverschiebung steht, sind gleichzeitig auch diese Größen mit in die Formel einbezogen. Es gilt nämlich:

$$\begin{aligned} Bf &= P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad \text{und} \\ Bf &= \text{Fußungszeit} + \text{Schwingzeit} \end{aligned}$$

Die Gesamtbewegung der Extremitäten setzt sich somit aus folgenden fünf veränderlichen Größen zusammen, die miteinander zu einem harmonischen Ganzen verwoben sind:

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1. Fußungszeit | } Bewegungsfolge |
| 2. Schwingzeit | |
| 3. Phasenverschiebung | |
| 4. Bewegungslänge | |
| 5. Geschwindigkeit C | |

Wie und in welchem Verhältnis diese einzelnen Größen auftreten ist bestimmend für die einzelnen Bewegungsarten.

Grundsätzlich unterscheidet man nun zwischen Geh- und Laufbewegungen.

Die Gehbewegung

ist dadurch gekennzeichnet, dass der Körper in jedem Augenblick von mindestens zwei oder mehr Gliedmaßen getragen wird. Eine Phase des freien Schwebens fehlt.

Die Laufbewegung

dagegen ist charakterisiert durch eine Schwebephase, deren Größe sich entsprechend der Aktion der Bewegungsart ändert. Je schneller die Bewegungsart ist, um so größer wird auch die Schwebephase. In der Laufbewegung sind ausserdem die Zwei- und Einbeinstützen vorherrschend.

Den nun folgenden Abhandlungen der einzelnen Bewegungsarten sei folgende Einteilung hinsichtlich Körperbewegung, Körpergeschwindigkeit, Extremitätenbewegung und Fußfolge vorangestellt. (Tab. 2)

Körperbewegung	relat. Körpergeschwindigkeit	Bewegungsart	Fußfolge <i>immer hinten Beginn</i>
<u>GEHEN</u> <i>(keine Schwebephase, 2 oder 3 Gliedm. fassen.)</i>	langsam schnell	Schritt ↓	gleichzeitig aufeinanderfolgend
	langsam	Passgang ↓	gleichzeitig synchron wechselnd
<u>LAUFEN</u> <i>(Schwebephase vorhanden)</i>	schnell	-lauf ↓	gleichzeitig synchron wechselnd
	langsam schnell	Trab ↓	diagonal synchron wechselnd
	langsam	Galopp	R } altern. mit mitteldiagonaler Fußung Li }
	mittelschnell		R } alternierend Li }
	schnell	↓	R } zyklisch Li }

Tab. 2 Schematische Einteilung der Bewegungsarten.

I. Die Gehbewegungen

1. Der Schritt

Der Schritt ist die langsamste Bewegungsart des Schäferhundes und auch wohl aller anderen Hunde, zugleich aber auch die am schwierigsten zu analysierende, da die Einzelbewegungen sich stark überlagern. Er stellt eine Bewegungsart dar, die eine große Variationsbreite zeigt und sowohl sehr langsam als auch sehr schnell ausgeführt werden kann. Dazwischen liegen Übergangsformen. Allen Schrittformen ist eine gleichartige Fußfolge eigen. Es treten demnach innerhalb der verschiedenen Schrittformen keine qualitativen Unterschiede auf sondern nur quantitative, d.h. die Eigenbewegungen der vier Gliedmaßen werden immer in gleicher Reihenfolge ausgeführt und es ändert sich nur ihre gegenseitige zeitliche Zuordnung.

Die Fußfolge

ist gleichseitig aufeinanderfolgend und seitenwechselnd. Sie wird, um Übereinstimmung mit den anderen Bewegungsarten zu haben, von jeweils einer Hintergliedmaße aus betrachtet. (Tab.3) Beginnt z.B. Hinten rechts (HR) mit der Fußung, so folgt kurz darauf Vorne rechts (VR), schließlich Hinten links (HL) und zuletzt Vorne links (VL). Damit ist ein Bewegungsablauf Bf beendet und es beginnt ein neuer wiederum mit Hinten rechts.

Die zeitlichen Verhältnisse im Schritt

Die Größen Fußungszeit, Schwingzeit und Phasenverschiebung sind großen Schwankungen unterworfen, wie Abbildung 5 und Tabelle 3 u. 4 zeigen.

Zu den Tabellenwerten von Tabelle 3 u. 4 ist folgendes zu sagen. Der Einteilung der Schrittformen 1 bis 5 liegt kein festes Schema zugrunde. Die Tabellenwerte geben lediglich Mittelwerte annähernd gleichartiger und gleichschneller Schrittstellen aus dem Film wieder, von denen Bewegungsfolge, Fußungs-, Schwingzeit und Phasenverschiebungen berechnet wurden. Deshalb dokumentieren sie auch nicht den natürlichen Bewegungsablauf, sondern sollen nur Stützen und Hilfen bieten, um diesen besser zu erkennen.

Bewegungsart	Fußfolge	Bewegungsfolge		Fußungsphase		Schwingphasen	
		Bf		Fu		Schw	
		sec	%	sec	%	sec	%
Schritt 1 C= 130cm/sec Bl = 92cm	HR	51/72	100	35/72	68,6	16/72	31,4
	VR	51/72	100	35/72	68,6	16/72	31,4
	HL	51/72	100	35/72	68,6	16/72	31,4
	VL	51/72	100	35/72	68,6	16/72	31,4
Schritt 2 C= 136cm/sec Bl = 100cm	HR	53/72	100	33/72	62,2	20/72	37,8
	VR	53/72	100	33/72	62,2	20/72	37,8
	HL	53/72	100	33/72	62,2	20/72	37,8
	VL	53/72	100	33/72	62,2	20/72	37,8
Schritt 3 C= 156cm/sec Bl = 100cm	HR	46/72	100	31/72	67,4	15/72	32,6
	VR	46/72	100	31/72	67,4	15/72	32,6
	HL	46/72	100	31/72	67,4	15/72	32,6
	VL	46/72	100	31/72	67,4	15/72	32,6
Schritt 4 C= 177cm/sec Bl = 106cm	HR	43/72	100	26/72	60,5	17/72	39,5
	VR	43/72	100	27/72	62,8	16/72	37,2
	HL	43/72	100	26/72	60,5	17/72	39,5
	VL	43/72	100	27/72	62,8	16/72	37,2
Schritt 5 C= 262cm/sec Bl = 112cm	HR	33/72	100	18/72	54,5	15/72	45,5
	VR	33/72	100	20/72	60,6	13/72	39,4
	HL	33/72	100	18/72	54,5	15/72	45,5
	VL	33/72	100	20/72	60,6	13/72	39,4

Tab.3. Bewegungsfolge und Fußungs- u. Schwingphasen-
verhältnisse im Schritt.

Die zeitlichen Größen sind in n/72 sec angegeben, da es übersichtlicher ist, als sie in Sekunden umzurechnen.
n ist die Bildzahl, d.h. diejenige Anzahl Bilder auf einem Normalfilmstreifen, die von einer Gliedmaße das gleiche Fußungsbild zeigen. 72 ist die Anzahl Bilder pro Sekunde. 72/72 entspricht also einer Sekunde, 51/72, 46/72 entsprechend weniger.

Die Bewegungsfolge Bf

deren Dauer abhängig ist von der Geschwindigkeit der Schrittform, erreicht im langsamsten Schritt ($C = 130 \text{ cm/sec}$) Werte von $51/72^{1)}$ sec, im schnellsten Schritt ($C = 285 \text{ cm/sec}$) Werte von $35/72 \text{ sec}$. (Tab. 3). Der Grund für die Veränderlichkeit liegt darin, dass beim Schnellerwerden die Bewegungsart mehr Bewegungsabläufe in der Zeiteinheit getätigt werden müssen, um eine ausreichende Unterstützung des Körpers zu gewährleisten. Mit der Bewegungsfolge ändern sich auch die Fußungsphase und die Schwingphase in ihren prozentualen Anteilen (Tab. 3).

Die Fußungsphase

In zeitlicher Hinsicht nimmt, wie ebenfalls Tabelle 3 zeigt, die Dauer der Fußungsphase mit dem Schnellerwerden der Bewegungsart ab und die Schwingphase prozentual zu. Im langsamen Schritt fallen 68% der Bewegungsfolge auf die Fußungsphase, 32% auf die Schwingphase. Dagegen nimmt im schnellen Schritt die Fußungsphase nur 44% ein, während die Schwingphase 56% erreicht. Dabei sind alle Übergänge möglich. Während innerhalb einer Schrittform die Größe der Bewegungsfolge bei allen vier Gliedmaßen gleich ist, treten in der Fußungsphase bei schnelleren Schrittformen zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen Unterschiede in der Dauer auf. Sie betragen $1/72 - 2/72 \text{ sec}$. und sind zeitlich gesehen von untergeordneter Bedeutung. In Verbindung mit den Phasenverschiebungen können sie von Bedeutung werden, wenn damit Veränderungen in den Stützkonstellationen verbunden sind. (Abb.7 a,b und Abb.5).

Zu beachten ist wiederum, dass es sich um Berechnungen handelt. Auf den Auswertestreifen liegen selbstverständlich öfter unterschiedliche Werte vor. Diese sind jedoch nicht gesetzmäßiger sondern rein zufälliger Natur. So kann auch die Dauer der Bewegungsfolgen innerhalb eines Bewegungsablaufes bei den vier Gliedmaßen verschiedene Werte aufweisen z.B. durch zu frühes Aufsetzen einer Gliedmaße, längeres Fußes oder zu frühes Absetzen. Solche Unregelmäßigkeiten im Bewegungsablauf sind einer-

1) $1/72 \text{ sec}$ entspricht einem Bild auf einem Normalfilmstreifen mit einer Bildfrequenz von 72 Bildern pro sec.

seits bedingt durch Wechsel der Bewegungsformen oder - Arten, z.B. langsamer Schritt - schneller Schritt, Schritt - Trab, andererseits können Bodenunebenheiten, optische-, akustische-, Geruchseinflüsse und viele andere Faktoren eine Rolle spielen.

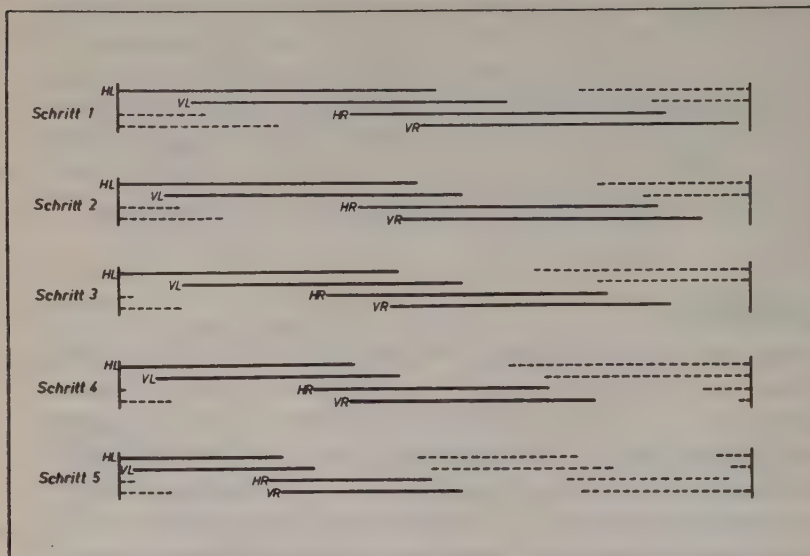


Abb. 5 Fußungsbilder im Schritt, Schäferhund.

Funktionell ergeben sich in der Fußungsphase keine Besonderheiten. Der Anteil von Stütz- und Stemmzeit innerhalb einer Fußungsphase beträgt wie bei allen Bewegungsarten ca. 50%.

Die Schwingphase

Die zeitlichen Verhältnisse in der Schwingphase stehen in direktem Zusammenhang mit denen in der Fußungsphase (Tab.3). Nimmt die Dauer der Fußungsphase ab, so wird der Schwingphasenanteil größer und umgekehrt. Der Hauptprozentsatz einer Bewegungsfolge fällt im Schritt auf die Fußungsphase. Nur im schnellen Schritt kommen prozentual gesehen mehr als die Hälfte einer Bewegungsfolge der Schwingphase zu. Die relativen Schwingzeiten ändern sich wenig (Abb.6).

In räumlicher Hinsicht zeigen sich für den Schritt typische Schwingkurven, die in ihrem Verlauf für Hinter- und Vordergliedmaßen unterschiedlich sind (Abb.3). Die Schwingkurven der Vordergliedmaßen sind im ganzen höher als die der Hintergliedmaßen. Der Unterschied wird um so deutlicher, je schneller die Bewegung wird. Mit wachsenden C ändert sich auch die Aufteilung der Schwingkurve in die drei schon erwähnten Abschnitte: das Anschwingen, das eigentliche Schwingen und das Ausschwingen. Für die Vordergliedmaßen ist die Anschwingkurve immer steiler und in Bezug auf die Bodenlinie höher als für die Hintergliedmaßen. Die eigentliche Schwingkurve verflacht und verlängert sich bei schneller werdendem Bewegungsablauf und die Ausschwingkurve zeigt wieder einen deutlichen Höhenunterschied zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen. Die Vorderpfoten beschreiben, ehe sie den Boden zur neuen Fußungsphase berühren, nochmals einen deutlichen Bogen, während die Hinterpfoten sich mehr flach auf den Boden setzen (Abb.3).

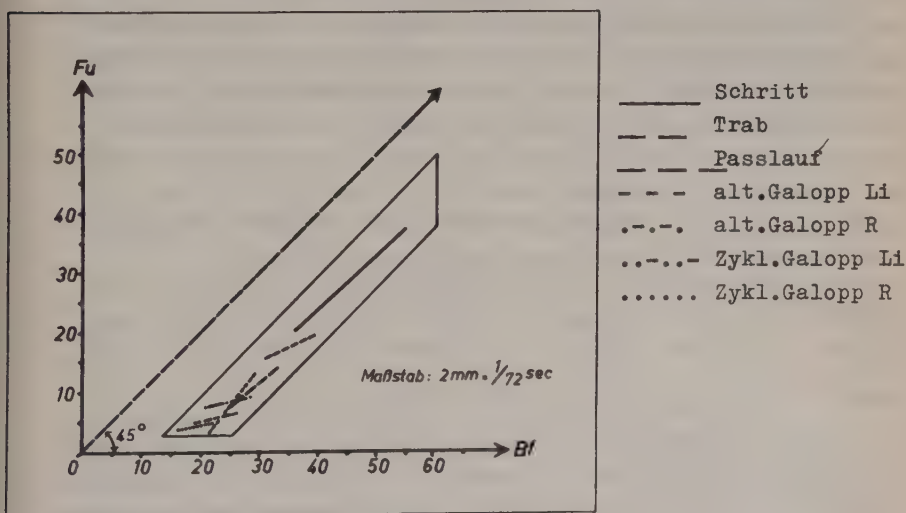


Abb.6. Abhängigkeitsdiagramm von Bewegungsfolge, Fußungsphase und Schwingphase.

Längs der x-Achse ist die Dauer der Bewegungsfolge je einer Einzelbewegung in $n/72$ sec. aufgetragen, wobei n die Bildzahl

ist und als Zahlenwert abgelesen werden kann. Z.B. $n = 36$, $Bf = 36/72 \text{ sec} = 0,5 \text{ sec}$. Langs der y-Achse wird die Fußungszeit ebenfalls in $n/72 \text{ sec}$. abgelesen.

Die unter 45° im Ursprung aus eingezeichnete Gerade ist eine Hilfslinie zur Bestimmung der Schwingzeit. Alle senkrechten Abstände von dieser bis zu den Geraden der einzelnen Bewegungsarten bedeuten die zur entsprechenden Bewegungsfolge und Fußungszeit gehörende Schwingzeit ($Schw = Bf - Fu$).

Die Phasenverschiebungen

Sie sind wohl die maßgebendsten Komponenten für die Art und den Typus des Bewegungsablaufes überhaupt und in keiner Bewegungsart so veränderlich wie im Schritt (Tab.4). Von den vier Phasenverschiebungen sind P_1 und P_3 besonders charakteristisch. P_1 und P_3 sind die Phasenverschiebungen für den Bewegungsbeginn gleichseitiger Beinpaare, z.B. HR - VR, oder HL - VL, und verfügen im Gegensatz zu P_2 und P_4 über eine große Variationsbreite. Je schneller die Schrittform wird, um so mehr nähern sich die Werte für P_1 und P_3 dem Werte Null und bilden somit einen kontinuierlichen Übergang vom schnellen Schritt zum Pass, für den dies ja Voraussetzung ist. P_2 und P_4 dagegen verändern sich unwesentlich (Tab. 4). Der Höchstwert der Phasenverschiebungen von P_1 und P_3 liegt im Schritt bei $8/72 \text{ sec}$ und kann abfallen bis auf $1/72 \text{ sec}$. Die Phasenverschiebungen diagonalen Gliedmaßen, also VR - HL und VL - HR sind nicht so starker Veränderlichkeit unterworfen und bewegen sich zwischen $15/72 \text{ sec}$. und $21,5/72 \text{ sec}$. (Tab.4).

Bewegungsart	Fußfolge	Phasendifferenz von:			
		HR - VR	VR - HL	HL - VL	VL - HR
Schritt 1	HR VR HL VL	8/72	17,5/72	8/72	17,5/72
Schritt 2	HR VR HL VL	5/72	21,5/72	5/72	21,5/72
Schritt 3	HR VR HL VL	7/72	16/72	7/72	16/72

Schritt 4	HR VR HL VL	4/72	17,5/72	4/72	17,5/72
Schritt 5	HR VR HL VL	1,5/72	15/72	1,5/72	15/72

Tab. 4. Die Phasenverschiebungen im Schritt, Schäferhund

Für den Schritt lassen sich nun folgendes Beziehungen zwischen Phasenverschiebung und Bewegungsfolge aufstellen:

1. Die Summe aller Phasenverschiebungen eines Bewegungsablaufes ist gleich die Dauer einer Bewegungsfolge (Diese Beziehung gilt auch für alle anderen Bewegungsarten).

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1 \text{ Bf}$$

2. Die Summe der Phasenverschiebungen von der erstfüßenden Hintergliedmaße zur gleichseitigen Vordergliedmaße und von dieser zur diagonalen Hintergliedmaße ist gleich der Summe der Phasenverschiebungen von der zweitfüßenden Hintergliedmaße zur gleichseitigen Vordergliedmaße und von dieser zur diagonalen Hintergliedmaße.

$$P_1 + P_2 = P_3 + P_4$$

3. Unter Zuhilfenahme von 1.) folgt daraus:

$$\text{Bf} = 2 (P_1 + P_2) \quad \text{oder}$$

$$\text{Bf} = 2 (P_3 + P_4)$$

$$\text{Bf}/2 = P_1 + P_2$$

$$\text{Bf}/2 = P_3 + P_4$$

Demnach ist, wenn Bf bekannt ist, nur eine Phasenverschiebung ihrer Größe nach zu bestimmen, um das zeitliche Fußungsschema der betreffenden Schrittform aufzustellen.

Die Geschwindigkeit C

Um die Geschwindigkeit C zu ermitteln, ist es zunächst noch notwendig, die räumlichen Verhältnisse im Schritt zu klären. Als räumliche Größen liegen für den Schritt fest:

1. Die Schrittlänge S
(= der Abstand zweier Fußungsflächen von Vorder- und Hintergliedmaßen)
2. Die Bewegungslänge Bl
(= der Abstand zweier aufeinanderfolgender Fußungsflächen ein und derselben Gliedmaße).

Der Geschwindigkeitsbereich im Schritt erstreckt sich von 90 cm/sec bis zu 285 cm/sec. Die Bewegungslänge steht in gewisser Abhängigkeit zur Geschwindigkeit und erreicht Werte von 92 cm bis 138 cm (Tab.5).

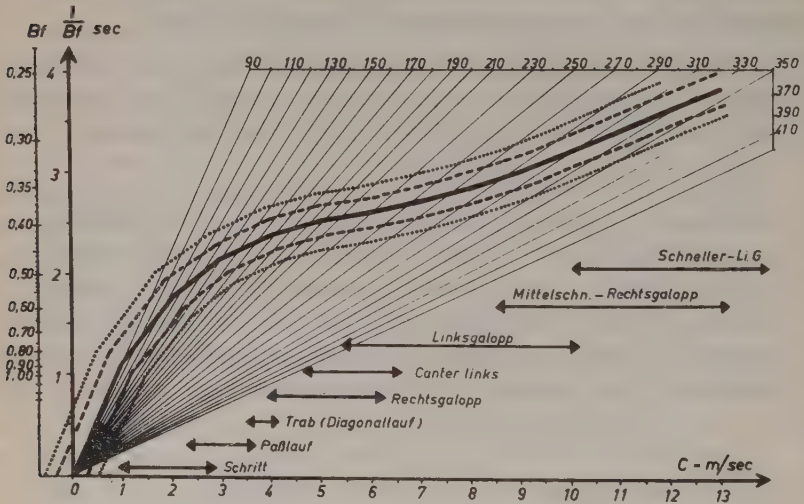


Abb.8. Abhängigkeitsdiagramm von Bewegungsfolge, Bewegungslänge, Geschwindigkeit C.

Der dicke ausgezogene Strich zeigt den Grundkurvenverlauf an, die beiden Grenzlinien, gestrichelt und gepunktet grenzen Bereiche ab, in denen im Falle 1 (Bereich zwischen den beiden gestrichelten Linien) 68% aller Fälle liegen, im Falle 2 (Bereich zwischen den beiden gepunkteten Linien) 96%. Ausserdem enthält das Diagramm noch die Größe Bl (Bewegungslänge) in Form von Geraden, die strahlenförmig vom Ursprung ausgehen. Längs der X-Achse ist die Geschwindigkeit C aufgetragen in cm/sec. Die Y-Achse hat zwei Zeiteinteilungen. Y_2 gibt die Bewegungsfolge in Sekunden umgerechnet wieder; Y_1 zeigt den Reziprokwert $1/Bf$ an, in dessen Form die Einzelwerte aufgetragen wurden, um die Darstellung zu vereinfachen.

Die drei Größen, Bewegungsfolge, Bewegungslänge und Geschwindigkeit haben nun zueinander folgende Beziehungen:

Der Quotient aus Bl und Bf ergibt die Geschwindigkeit C, wie es folgende Formel wiedergibt:

$$C = \frac{\text{Bewegungslänge Bl}}{\text{Bewegungsfolge Bf}} \quad \text{cm/sec}$$

Nach dieser Formel muß ein Wechsel in der Geschwindigkeit eine Änderung der Bewegungslänge bzw. Bewegungsfolge oder beider zur Folge haben. Eine bildliche Darstellung dieser Abhängigkeitsbeziehungen bringt Abbildung 8.¹⁾ Die Grundkurve kommt den rationellsten Verhältnissen von Geschwindigkeit zu Bewegungsfolge und Bewegungslänge am nächsten. Innerhalb der beiden Häufigkeitsbereiche lassen sich folgende Variationsmöglichkeiten ablesen:

1. Die Geschwindigkeit bleibt konstant
und die Bewegungsfolge und Bewegungslänge ändern sich.
(z.B. Schritt C = 200 cm/sec. Dazu gehört ein Schwankungsbereich für die Bewegungslänge von ca. 95 - 150 cm und für die Bewegungsfolge von ca. 0,75 - 0,47 sec). Je kleiner die Bewegungslänge wird, um so höher steigen die Werte für 1/Bf. Bf selbst wird kleiner, es wächst aber die Zahl der Bewegungsabläufe in der Zeiteinheit.
2. Die Bewegungsfolge bleibt konstant
und die Bewegungslänge und die Geschwindigkeit sind veränderlich. Je grösser die Bewegungslänge wird um so grösser wird auch die Geschwindigkeit.
3. Die Bewegungslänge bleibt konstant
und die Bewegungsfolge und die Geschwindigkeit ändern sich, dahingehend, dass die Geschwindigkeit abnimmt, wenn die Dauer der Bewegungsfolge zunimmt und umgekehrt.

Die räumlichen Verhältnisse

Bei jeder Fußung innerhalb eines Bewegungsablaufes entsteht eine Fußspur (Trittsiegel, SCHÄME). Es bleiben entsprechend der Gliedmaßenzahl demnach bei einem Bewegungsablauf vier Fußspuren zurück (Spurbild), die bestimmte räumliche Beziehungen

zueinander haben. Die Bewegungslänge Bl ist das Längenmaß für den Abstand zweier aufeinanderfolgender Fußungsflächen ein und derselben Gliedmaße. Um das Spurbild zu analysieren, wird es notwendig, diese Größe weiter in Teilgrößen T_1 bis T_4 (Tab.5)

Bewegungsart	Fußfolge	Teilstrecken				Bewegungs- länge
		T_1	T_2	T_3	T_4	
Schritt 1 C=130 cm/sec	HR VR HL VL	HR-VR 70	VR-HL -24	HL-VL 70	VL-HR -24	92 cm
Schritt 2 C=136 cm/sec	HR VR HL VL	HR-VR 69	VR-HL -19	HL-VL 69	VL-HR -19	100 cm
Schritt 3 C=156 cm/sec	HR VR HL VL	HR-VR 70	VR-HL -20	HL-VL 70	VL-HR -20	100 cm
Schritt 4 C=177 cm/sec	HR VR HL VL	HR-VR 67	VR-HL -14	HL-VL 67	VL-HR	106 cm
Schritt 5 C=262 cm/sec	HR VR HL VL	HR-VR 69	VR-HL -13	HL-VL 69	VL-HR -13	112 cm

Tab.5. Die räumlichen Verhältnisse im Schritt, Schäferhund.

Das Spurbild

Als Spurbild bezeichnet man die gegenseitige Zuordnung der vier Fußungsflächen, die nach Ablauf einer Bewegungsfolge als Fußspuren zurückbleiben. Grundsätzlich lässt sich von dem Spurbild des Schrittes sagen, dass die Fußspuren der Hintergliedmaßen nie die der Vordergliedmaßen erreichen oder gar übergreifen. Es liegen in den Fußspuren der Hintergliedmaßen

- 1) Das Diagramm Abb.8 ist das Ergebnis von sehr vielen Einzelwerten, mit denen nach der Methode von Gauß die Mittelwertsberechnung durchgeführt wurde.

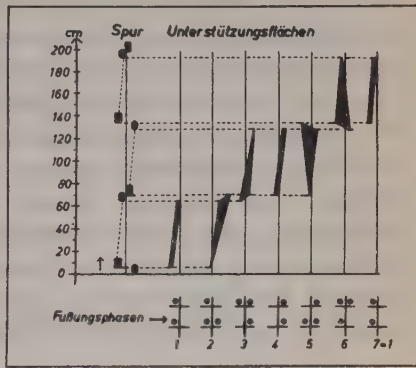
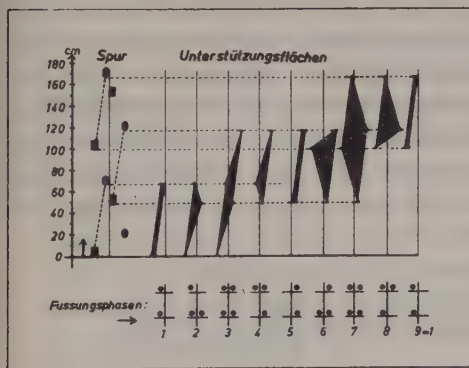
auch im schnellen Schritt hinter denen der Vordergliedmaßen. Dieser Abstand wird umso kleiner, je größer die Geschwindigkeit C wird (Tab.5). Da nun die Spuren der Hintergliedmaßen nie die der Vordergliedmaßen übergreifen, ist T_2 bzw. T_4 negativ, wenn man die Werte, die man in Richtung der Vorwärtsbewegung aufträgt, als positiv wertet. (vergleiche Abb.14 u. Abb.7 a,b, sowie Tab.5). Die einzelnen Teilstrecken haben folgende Gesetzmäßigkeiten untereinander:

$$T_1 = T_3 \text{ und } T_2 = T_4$$

Weiterhin gilt für sie folgende Beziehung:

$$\text{Bewegungslänge Bl} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

Auch bei den Teilstrecken der Spurbilder ist es so, daß innerhalb einer Schrittform die Teilstrecken nicht genau gleich groß sind wie es z.B. aus den Tabellen ersichtlich ist. Es handelt sich dort um Mittelwerte, die auf Grund von Einzelauswertungen berechnet wurden und es gilt auch hier das schon auf Seite 15 Gesagte.



Abbs.7. Spurbild u. Form der Unterstützungsfelder im Schritt

a = langsamer

b = schneller Schritt.

Die Gliedmaßenführung

Diese erfolgt nicht etwa parallel zur Körperachse, sondern in konkav zur Körperachse hin gerichteten Bögen. Damit ist das sogenannte "Greifen" ausgeschlossen und keine Pfote behindert die

andereinander ihrer Bewegung. Dementsprechend liegen auch die Fußspuren annähernd in einer Linie. Besonders ausgeprägt ist dies in schnelleren Bewegungsarten wie Trab und Galopp.

Die Schwerpunktsverlagerung

Infolge des bogenförmigen Untersetzens der Gliedmaßen werden die Unterstützungsfelder auf lange, schmale Flächen beschränkt (Abb.7). Die Form ändert sich entsprechend der Einzelbewegungsphasen (Fußen, Schwingen). Im langsamen Schritt sind die Dreibeinstützen vorherrschend, während in schnelleren Schrittformen immer mehr die Zweibeinstützen in den Vordergrund treten. Jedesmal wenn eine Gliedmaße den Boden verlässt oder neu findet, verschiebt sich einerseits das Unterstützungsfeld, andererseits muss auch das Körpergewicht dahingehend verlagert werden, dass das Lot des Körperschwerpunktes in das neue Unterstützungsfeld trifft. Das Körpergewicht wird abwechselnd von der einen auf die andere Seite verlagert. Wesentlich erleichtert wird dieser Vorgang durch die oben beschriebene Gliedmaßenführung, denn das Körpergewicht braucht dadurch nicht in dem Maße von rechts nach links und umgekehrt verlagert zu werden, als es bei paralleler Gliedmaßenführung der Fall wäre. An der Gewichtsverlagerung sind abwechselnd alle vier Gliedmaßen beteiligt, vorwiegend jedoch die hinteren. In der Stemmzeit der Fußungsphase schieben sie den Körper nach vorne, oben und zur Gegenseite. Der Körperschwerpunkt führt demnach sowohl horizontale als auch vertikale rhythmische Pendelbewegungen aus. Im Schritt sind letztere von untergeordneter Bedeutung, sie treten erst bei den schnelleren Bewegungsarten in den Vordergrund.

Gesamtbild des Schrittes

Der Schritt, allgemein betrachtet, ist eine sehr ruhige, harmonische Bewegungsart. Die Teilbewegungen sind abgerundet, der Gang wirkt dadurch elastisch, ausgeglichen und zeigt keine großen Nebenbewegungen des Gesamtkörpers. Als Nebenbewegungen sind zu werten: Kopf- und Schwanzbewegungen, Ohrenspiel und Schwankungen der Rumpfachse.

Die Kopfbewegung

Der Kopf führt sowohl in horizontaler als auch vertikaler Richtung pendelnde Bewegungen aus, die sich als Heben (aktiv) und Senken (passiv) des Kopfes äussern. Das Heben geht einher mit dem Abstemmen und Abfußen einer Vordergliedmaße, z.B.VL. Nach dem Abfußen dieser folgt dann das Senken eigentlich ein "Hängenlassen" des Kopfes. Für die Richtung, in der der Kopf gehoben wird, ist der jeweils neu in Fußung kommende Vorderfuß maßgebend, nach obigem Beispiel also nach rechts. Das Heben und Vorstrecken des Kopfes nach der Gegenseite ermöglichen erst das Abstemmen und Abfußen der sich in der Fußungsphase befindenden Vordergliedmaße. Der Kopf bildet nämlich den fixen Punkt für die Vorziehermuskulatur (Kopf-Hals-Armmuskel). Bei deren Kontraktion, welche das Abstemmen und Abfußen bedingt, wird der Kopf, nach der Gegenseite gestreckt, in seiner höchsten Lage gehalten (Abb.9 Wellenberge). Sobald die Entspannung der Streckmuskulatur eingetreten ist, beginnt auch das Hängenlassen des Kopfes und dieser pendelt (nun nach links) seiner tiefsten Lage zu (Abb.9 Wellentäler). Die Kopfbewegungen unterstützen somit die Muskelmechanik der Vorzieher beim Abstemmen und Abfußen der Vordergliedmaßen, sind aber auch mit einem nicht unwesentlichen Anteil an der notwendig werdenden Verlagerung des Körperschwerpunktes von der einen auf die andere Seite beteiligt.

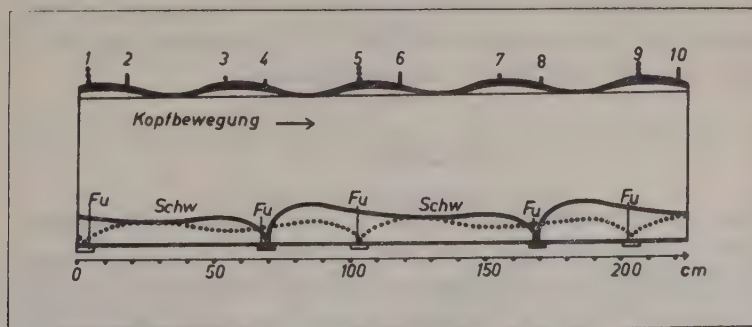


Abb.9 Die Kopfbewegung im Schritt.

Der Übersicht halber ist nur ein gleichseitiges Beinpaar

(HL-VL) eingezeichnet und in einer Wellenbewegung darüber die entsprechenden Kopfbewegungen. Die ausgezogene Linie unten gibt den Schwingbogenverlauf der Vordergliedmaße an, die gepunktete Linie den der Hintergliedmaße. 1,5,9, geben den Abfußungsmoment von HL an, 2,6,10 den Abfußungsmoment von VL. 3,7, während die Abfußungsmomente von HR; 4,8, entsprechend für VR.Fu = Fußungsphase, Schw - Schwingphase.

Die Schwanzbewegung

Der Schwanz führt ebenfalls Pendelbewegungen in wechselnder Richtung aus und zwar pendelt er immer auf die Seite, auf der die Hintergliedmaße vorgesetzt wird. Dass der Schwanzbewegung eine spezielle Funktion zukommt, ist unwahrscheinlich (kupierte Hunde!).

Die Rumpfbewegung

Die Rumpfachse erfährt abwechselnd Durchbiegung und Aufkrümmung. Aufkrümmung zeigt sich an bei jedem Vor- und Aufsetzen der Hintergliedmaßen. Die Durchbiegung beginnt in der Stemmphase der jeweiligen Vordergliedmaße, erreicht ihren Höhepunkt nach dem Abfüßen derselben im Bereich der letzten drei Brustwirbel und ersten Lendenwirbel und schiebt sich dann nach rückwärts. Sobald sich die gegenseitige Vordergliedmaße in ihrer Bewegung der Grenze Stütz-Stemmphase nähert, gleicht sich die Durchbiegung aus und fast gleichzeitig schiebt sich von hinten eine neue Aufkrümmung heran, die durch die Kontraktion der Rückenmuskeln und der Vorzieher der Hintergliedmaßen bedingt ist. Die Aufkrümmung beim Vor- und Aufsetzen der Hintergliedmaßen ist im Schritt weniger deutlich als in schnelleren Bewegungsarten.

2. Der Pass.

Der Pass ist eine Bewegungsart, bei der gleichseitige Beinpaare synchron bewegt werden. Reinen Pass, d.h. vollkommene Synchronisierung der Bewegungsabläufe gleichseitiger Beinpaare findet man nur bei den Passgängern z.B. bei dem Kamel. Der Hund ist in diesem Sinne kein Passgänger, denn die Synchronisierung ist meist unvollkommen.

Als Bewegungsart lässt sich der Pass in langsamer Form (Passgang) unter Gehbewegung einordnen, in schneller Form (Passlauf) unter Laufbewegung. Somit nimmt er eine Übergangstellung von Geh- zu Laufbewegung ein.

Der Passgang

Der Passgang, der beim Schäferhund nicht als reiner Passgang sondern nur als passähnlicher Gang vorkommt, ist die schnellste Form der Gehbewegung. Er geht direkt aus dem Schritt hervor.

Bewegungsart	Fußfolge	Bewegungsfolge		Fußungsphase		Schwingphase	
		Bf sec	%	Fu sec	%	Schw sec	%
Passähnlicher Gang 1 C=225 cm/sec Bl = 122 cm	HR	39/72	100	20/72	51,2	19/72	48,8
	VR	39/72	100	21/72	53/8	18/72	46,2
	HL	39/72	100	20/72	51,2	19/72	48,8
	VL	39/72	100	21/72	53,8	18/72	46,2
Passähnlicher Gang 2 C=250 cm/sec Bl = 118 cm	HR	34/72	100	19/72	55,8	15/72	44,2
	VR	34/72	100	19/72	55,8	15/72	44,2
	HL	34/72	100	17/72	50,0	17/72	50,0
	VL	34/72	100	17/72	50,0	17/72	50,0

Tab.6. Bewegungsfolge und Fußungs- und Schwingphasenverhältnisse im passähnlichen Gang Schäferhund.

Die Fußfolge

ist der des Schrittes gleich: HR - VR - HL - VL (Tab.6).

Die zeitlichen Verhältnisse

Hinsichtlich der Fußungs- und Schwingphasenanteile ergeben sich keine allzugroßen Schwankungen wie aus Tabelle 6 ersichtlich ist. Es fallen annähernd je 50% einer Bewegungsfolge (100%) auf die Fußungs- und Schwingzeit. Die Größen für die Bewegungsfolge schwanken zwischen 39/72 und

35/72 sec.

Auffallend ist, dass beim passähnlichen Gang, wie auch schon bei schnelleren Schrittformen (Tab.3), sich unterschiedliche Fußungs- und Schwingzeiten für Vorder- und Hintergliedmaßen ergeben. Und zwar fußen die Vordergliedmaßen etwas länger als die Hintergliedmaßen. Begründet ist dies wohl in dem Passcharakter. Der längerfußende Vorderfuß hat die Aufgabe, mit seinem Abstemmen dem Körperschwerpunkt die diagonale Verlagerungsrichtung zu geben (Abb.10).

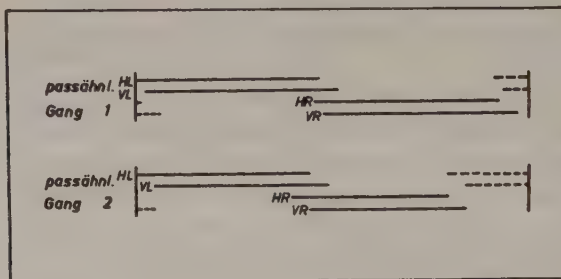


Abb.10. Fußungsbilder des passähnlichen Ganges, Schäferhund.

Die Phasenverschiebungen

für den passähnlichen Gang zeigen dieselben Beziehungen wie im Schritt (vergl.Seite 18). Die Aufeinanderfolge der Vordergliedmaßen auf die Hintergliedmaßen gleicher Seite geschieht rasch. Von den vier Phasenverschiebungen nähern sich dabei P_1 und P_3 immer mehr dem Wert Null (Tab.7).

Bewegungsart	Fußfolge	Phasenverschiebungen von:			
		HR-VR	VR - HL	HL-VL	VL - HR
Passähnlicher Gang 1 $C = 225 \text{ cm/sec}$ $Bl = 122 \text{ cm}$	HR VR HL VL	1/72	18,5/72	1/72	18,5/72

Passähnlicher Gang 2 C = 250 cm/sec Bl = 118 cm	HR VR HL VL	2/72	15/72	2/72	15/72
--	----------------------	------	-------	------	-------

Tab.7. Phasenverschiebungen im passähnlichen Gang Schäferhund.

Die Geschwindigkeit C

erreicht Werte von 225 - 285 cm/sec (Tab.6). Als eigene Bewegungsart hat der passähnliche Gang keine Bedeutung. Er stellt eine Übergangsform dar und leitet vom Schritt über zum Passlauf. Der Übergang erfolgt allmählich. Es findet kein Wechsel der Bewegungsart ("Gangartenwechsel") statt z.B. beim Übergang von Trab zu Galopp.

Die räumlichen Verhältnisse

Das Spurbild des passähnlichen Ganges zeigt keine wesentlichen Abweichungen von dem des Schrittes. Die Größen für die Bewegungslänge Bl schwanken zwischen 118 cm und 122 cm (Tab.8).

Bewegungsart	Fußfolge	Teilstrecken				Bewegungs- länge
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Passähnlicher Gang 1 C = 225 cm/sec	HR VR HL VL	HR VR 62	VR HL 1	HL VL 62	VL HR -1	122 cm
Passähnlicher Gang 2 C = 250 cm/sec	HR VR HL VL	HR VR 62	VR HL -3	HL VL 62	VL HR -3	118 cm

Tab.8. Die räumlichen Verhältnisse im passähnlichen Gang, Schäferhund.

Auch die Gliedmaßenführung im passähnlichen Gang ist der des Schrittes ähnlich, nur das bogenförmige Vorsetzen der Gliedmaßen ist nicht so ausgeprägt.

Die Schwerpunktverlagerung

Im passähnlichen Gang sind die Zweibeinstützen gleichseitiger Gliedmaßenpaare vorherrschend. Während jedes Bewegungsablaufes wird das Körpergewicht zweimal von der einen Seite auf die andere verlagert und da vorwiegend von gleichseitigen Gliedmaßenpaaren längere Zeit getragen. Es handelt sich demnach nicht wie im Schritt um rhythmisches Hin- und Herpendeln, sondern das Körpergewicht wird (entgegen einer Pendelbewegung) längere Zeit auf einer Seite getragen, bis die Verlagerung auf die Gegenseite erfolgt.

Gesamtbild des passähnlichen Ganges

Wie schon erwähnt, ist der passähnliche Gang keine Dauerform der Fortbewegung und darf nicht als Bewegungsart im eigentlichen Sinne gewertet werden. Wenn es auch den Anschein hat, als ob Stadthunde bevorzugt diese Bewegungsart gehen, so liegt hier eine Täuschung vor. Der passähnliche Gang ist nämlich nicht eine bevorzugte Bewegungsart, sondern eine erzwungene, die sich erst unter dem anhaltenden Zwang an der Leine zu schnellem Schreiten entwickelt, wie er bei Leinenhunden dadurch gegeben ist, dass die menschliche Gehgeschwindigkeit zum Gehen zu schnell und zum Laufen zu langsam ist.

II. Die Laufbewegungen

Die Laufbewegungen umfassen nicht weniger als 8 Bewegungsarten und verfügen über einen sehr ausgedehnten Geschwindigkeitsbereich. Die langsamen Laufbewegungen ermöglichen noch eine symmetrische Gliedmaßenbewegung gleichseitiger oder diagonalen Gliedmaßenpaare, die schnellen Laufbewegungen erfordern jedoch eine unsymmetrische Gliedmaßenbewegung.

Das Kennzeichen einer Laufbewegung ist die Schwebephase. Das ist der Abschnitt jedes Bewegungsablaufes, in dem der Körper für einen Augenblick frei in der Luft schwebt.

Zu den Laufbewegungen zählen:

1. Passlauf
2. Trab
3. Canter rechts
4. Canter links
5. Alternierender Rechtsgalopp
6. Alternierender Linksgalopp
7. Zyklischer Rechtsgalopp
8. Zyklischer Linksgalopp

1. Der Passlauf

Der Passlauf ist eine Form des Passes, der zu den Laufbewegungen zählt. Er lässt sich wesentlich einfacher analysieren als der Schritt, denn die Überlagerungen der Einzelbewegungen sind sehr gering, zum Teil sogar Null. Sowohl im Passgang als auch im Passlauf fußen ja gleichseitige Gliedmaßenpaare mehr oder weniger gleichzeitig (Abb.11). Beim Schäferhund ist jedoch die Synchronisierung im Fußungsbeginn von Vorder- und Hintergliedmaßen gleicher Seite nicht immer vollkommen, d.h. es treten teilweise geringgradige zeitliche Verschiebungen auf. Entweder fußt eine der Vordergliedmaßen früher oder eine der Hintergliedmaßen. Das Abfußen erfolgt in der Regel nicht gleichzeitig, die jeweilige Vordergliedmaße berührt den Boden etwas länger.

Ableiten lässt sich auch der Passlauf direkt aus der Schrittbewegung. Eine Zwischenform ist der bereits abgehandelte passähnliche Gang. Deutliche Grenzen lassen sich zwischen Schritt, passähnlichem Gang und Passlauf nicht feststellen. Es ist vielmehr ein kontinuierlicher Übergang, der damit begründet werden kann, dass sich die Fußfolge in allen drei Bewegungsarten nicht ändert. Die Auffußungszeiten gleichseitiger Vorder- und Hintergliedmaßen rücken einander solange näher, bis sie schließlich zusammenfallen. Die Phasenverschiebungen P_1 und P_3 werden damit Null.

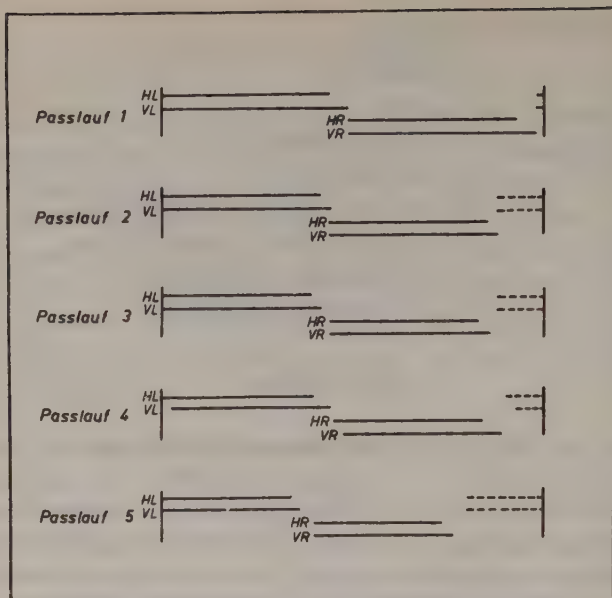


Abb.11. Fußungsbilder des Passlaufes, Schäferhund.

Die Fußfolge

Die Fußfolge ist wie im Schritt: HR - VR - HL - VL (Tab.9), wobei Hinten rechts (HR) und Vorne rechts (VR), entsprechend auch Hinten links (HL) und Vorne links (VL) jeweils gleichzeitig fußen. Qualitative Unterschiede in der Fußfolge sind innerhalb der einzelnen Passlaufformen nicht festzustellen, wohl aber solche quantitativer Art.

Die zeitlichen Verhältnisse

Die Dauer einer Bewegungsfolge Bf einer Gliedmaße liegt zwischen $38/72$ sec und $31/72$ sec (Tab.9). Mit der Zunahme der Geschwindigkeit C nimmt auch hier die Dauer einer Bewegungsfolge ab (vergleiche Schritt Seite 14). Zu dem Wert $38/72$ sec gehört die kleinere Geschwindigkeit von 243 cm/sec, zu dem

Wert 31/72 sec die größere Geschwindigkeit von 326 cm/sec. Die Dauer der Bewegungsfolgen ist für alle vier Gliedmaßen gleich groß. Dies schließt jedoch nicht aus, dass unter den Einzelwerten manchmal kleinere Unterschiede auftreten, deren Zustandekommen auf Seite 15 näher erklärt wurde.

Die Fußungsphase

nimmt bekanntlich mit Schnellerwerden der Bewegungsart ab, aber im Passlauf nicht in dem Maße wie im Schritt. Während für letzteren die Werte zwischen 35/72 sec und 19/72 sec schwankten, zeigt sich im Passlauf nur ein Schwankungsbereich von 19/72 sec - 13/72 sec. Die Fußungszeit ist für die einzelnen Gliedmaßen nicht gleich groß. Da in der Regel die Vordergliedmaßen später abfüßen als die gleichseitigen Hintergliedmaßen, ergeben sich verschieden lange Fußungszeiten für beide (Tab.9). Die Fußungszeit ist für die Vordergliedmaßen bis zu 2/72 sec länger als für die Hintergliedmaßen. Dementsprechend ist die Schwingzeit für die Vordergliedmaßen kürzer. Prozentual ausgedrückt fallen für die Fußungszeit von der Bewegungsfolge (100%) auf die Vordergliedmaßen 45 - 50%, auf die Hintergliedmaßen nur 42 - 47%. Die Ursache für das ungleichzeitige Abfüßen der gleichseitig aufeinanderfolgenden Gliedmaßen ist in dem Passcharakter zu suchen. Um das Körpergewicht nach vorne und von einer Seite

Bewegungsart	Fußfolge	Bewegungsfolge Bf		Fußungsphase Fu		Schwingphase Schw	
		sec	%	sec	%	sec	%
Passlauf 1 C = 243 cm/sec Vl = 128 cm	HR	38/72	100	17/72	44,7	21/72	55,3
	VR	38/72	100	19/72	50,0	19/72	50,0
	HL	38/72	100	17/72	44,7	21/72	55,3
	VL	38/72	100	19/72	50,0	19/72	50,0
Passlauf 2 C = 275 cm/sec Bl = 130 cm	HR	34/72	100	16/72	47,0	18/72	53,0
	VR	34/72	100	17/72	50,0	17/72	50,0
	HL	34/72	100	16/72	47,0	18/72	53,0
	VL	34/72	100	17/72	50,0	17/72	50,0
Passlauf 3	HR	34/72	100	15/72	44,1	19/72	50,0
	VR	34/72	100	16/72	47,0	18/72	53,0

C = 275 cm/sec	HL	34/72	100	15/72	44,1	19/72	55
Bl = 130 cm	VL	34/72	100	16/72	47,0	18/72	53
Passlauf 4	HR	35/72	100	15/72	42,8	20/72	57
	VR	35/72	100	16/72	45,7	19/72	54
C = 285 cm/sec	HL	35/72	100	15/72	42,8	20/72	57
Bl = 138 cm	VL	35/72	100	16/72	45,7	19/72	54
Passlauf 5	HR	31/72	100	13/72	41,9	18/72	58
	VR	31/72	100	14/72	45,1	17/72	54
C = 326 cm/sec	HL	31/72	100	13/72	41,9	18/72	58
Bl = 148 cm	VL	31/72	100	14/72	45,1	17/72	54

Tab.9. Bewegungsfolge und Fußungs-u.Schwingphasen-verhältnisse im Passlauf.

auf die andere zu verlagern, bedient sich der Hund wohl beider Gliedmaßen, gibt aber mit dem zuletzt abfußenden Vorderbein anscheinend dem Körper einen richtungsgebenden Abstoß nach vorne und zur Gegenseite hin. Der Vorderfuß kann vermutlich erst dann abfußen, wenn das Lot des Körperschwerpunktes in das neue Unterstützungsfeld des nachfolgenden, gegenseitigen Gliedmaßen-paares fällt. (Abb.11).

Die Schwingphase

ist für Vorder- und Hintergliedmaßen in ihrer zeitlichen Ausdehnung ebenfalls unterschiedlich. Für die Vordergliedmaßen ist sie kürzer und beansprucht 50 - 55% einer Bewegungsfolge, für die Hintergliedmaßen länger mit 53 - 58% einer Bewegungsfolge. Räumlich gesehen zeigt sich die Schwingphase der bekannten Dreiteilung unterworfen (Abb.12). Der Schwingkurvenverlauf von Vorder- und Hintergliedmaßen ist aber nicht so unterschiedlich wie im Schritt (vergleiche dazu Abb. 3 u.12). Im Gesamtbild sind die Schwingkurven der Vordergliedmaßen etwas höher als die der Hintergliedmaßen.

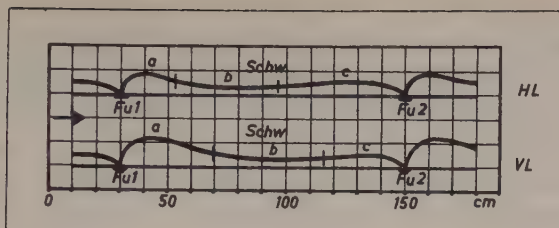


Abb.12. Schwingkurvenverlauf im Passlauf, Schäferhund.

Die Schwebephase

Bei den Laufbewegungen tritt innerhalb jedes Bewegungsablaufes eine Schwebephase ein, d.h. eine Zeit, in der keine Gliedmaße stützende oder stemmende Funktion hat und der Körper somit frei in der Luft schwebt, oder anders ausgedrückt, wo alle vier Gliedmaßen die Schwingphase durchlaufen. Somit ist die Schwebephase ein gemeinsamer Zeitabschnitt der vier jeweiligen Schwingphasen. Für das eine gleichseitige Gliedmaßenpaar ist es der Endabschnitt, für das andere der Anfang der Schwingphasen.

Der Eindruck des Schwebens wird uns aber nicht nur durch den Vorgang der sich überlagernden Schwingphasen von vier Gliedmaßen gegeben, sondern vielmehr durch die Beobachtung der Gesamtbewegungen des Tierkörpers. Diese hinterlassen auch im langsamen Passlauf, wo rein rechnerisch keine exakte Schwebephase zu ermitteln ist, deutlich den Eindruck des Schwebens zwischen den Fußungswechseln gleichseitiger Gliedmaßenpaare. Der Eindruck wird hervorgerufen durch eine über das normale Maß hinausgehende Beschleunigung des Körperschwerpunktes (= Massenmittelpunkt des Gesamtkörpers) in vertikaler Richtung. Das Körpergewicht wird nicht unmittelbar von der einen auf die andere Seite verlagert, sondern über eine Zwischenphase ohne Gliedmaßenunterstützung, die durch oben erwähnte Schwerpunktbeschleunigung erst ermöglicht wird. Dieser Vorgang gleicht, um das mit einem Beispiel aus der Physik zu veranschaulichen, dem schiefen Wurf. (Schwebephase = Intervall

von Abwurf bis Aufschlag). Zunächst wird der Körper von dem Gliedmaßenpaar der einen Seite nach oben geschleudert und erreicht seinen Höchstpunkt. Dann fällt er infolge seiner Schwere wieder nach unten und wird nun von dem Gliedmaßenpaar der Gegenseite wieder aufgefangen.

Nicht bei allen Passlauformen ist die Schwebephase deutlich ausgeprägt.

Überhaupt lässt sich im Passlauf eine solche Schwebephase, wie sie im Galopp auftritt, nicht feststellen. Zum Zeitpunkt des Schwebens befinden sich zwar keine Gliedmaßen in Stütz- oder Stemmfunction, wohl aber teilweise noch in Berührung mit dem Boden z.B. beim Ab- oder Aufpußen. Letztere sind keine echten Schwingphasenanteile, dürfen aber auch, wenigstens in funktioneller Hinsicht, nicht ohne weiteres zur Fußungsphase gerechnet werden, sondern stellen Einzelphasen dar und müssen hier Berücksichtigung als solche finden.

Die zeitliche Ausdehnung der Schwebephase hängt ab von der Geschwindigkeit C. So überdauert z.B. in den langsamen Passlauformen Nr.1 und 2 aus Tabelle 9 das Abpußen der jeweils zuletzt abpußenden Vordergliedmaßen die Schwebephase. Die Vordergliedmaße stemmt etwas länger als die gleichseitige Hintergliedmaße und hält die Phase des Abpußens noch aufrecht, wenn die Hintergliedmaße schon anschwingt. Damit beginnt sich das Gliedmaßenpaar der Gegenseite der Fußungsphase zu nähern und übernimmt mit synchroner Fußung von Vorder- und Hintergliedmaße die Körperlast. Diese Passlauformen sind die langsamsten und stehen am Anfang der Laufbewegungen. Im Passlauf Nr.3 bis 5 aus Tabelle 9 sind bereits deutlichere Schwebephasen ausgebildet, wenn auch nur von kurzer Dauer. Der Körper benötigt aber offensichtlich auch hier noch ein richtungsgebendes Abstemmen nach der gegenüberliegenden Seite und nach vorne durch die länger fußenden Vordergliedmaßen. Mit Zunahme der Geschwindigkeit C nimmt demnach auch die Dauer der Schwebephasen zu. Die Geschwindigkeit C im Passlauf, auch in schnelleren Formen dieses, ist trotzdem noch zu gering, um den Körper so zu beschleunigen, daß er längere Zeit frei in der Luft schweben kann.

Die Phasenverschiebungen

sind im Passlauf wesentlich einfacher zu bestimmen als im Schritt, da praktisch zwei Phasenverschiebungen wegfallen, weil sie Null werden: $P_1 = 0$ und $P_2 = 0$ (Tab.10). Die Phasenverschiebungen P_2 und P_4 dagegen, die den zeitlichen Unterschied im Fußungsbeginn diagonalen Gliedmaßen angeben, erreichen ihren Höchstwert. Da $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = Bf$ ist, andererseits $P_1 = 0$ und $P_3 = 0$ berechnen sich die Phasenverschiebungen im Passlauf folgendermaßen:

$$P_2 + P_4 = Bf \quad \text{demnach:} \quad P_2 = Bf/2$$

$$P_4 = Bf/2$$

Ist also die Dauer der Bewegungsfolge bekannt, so lassen sich für den Passlauf alle Phasenverschiebungen berechnen. Um das Fußungsbild für die verschiedenen Passlaufformen aufzustellen ist zusätzlich noch die Kenntnis der Fußungszeiten von Vorder- und Hintergliedmaßen erforderlich (Abb.11).

Die Geschwindigkeit C

Die Dauer der Bewegungsfolge, das Verhältnis von Fußungs- zu Schwingzeit und die Bewegungslänge sind abhängig von der Geschwindigkeit C. Die Bewegungslänge im Passlauf ist entsprechend der allgemeinen Definition der Abstand zweier Fußungsflächen ein und derselben Gliedmaße und die Schrittlänge wiederum $Bf/2$.

Bewegungsart	Fußfolge	Phasenverschiebungen von:			
		HR - VR	VR - HL	HL - VL	VL - HR
Passlauf 1 $C = 243 \text{ cm/sec}$ $Bf = 128 \text{ cm}$	HR VR HL VL	0/72	19/72	0/72	19/72
Passlauf 2 $C = 275 \text{ cm/sec}$ $Bf = 130 \text{ cm}$	HR VR HL VL	0/72	17/72	0/72	17/72

Passlauf 3 $C = 275 \text{ cm/sec}$ $Bl = 130 \text{ cm}$	HR VR HL VL	0/72	17/72	0/72	17/72
Passlauf 4 $C = 285 \text{ cm/sec}$ $Bl = 138 \text{ cm}$	HR VR HL VL	1/72	16,5/72	1/72	16,5/72
Passlauf 5 $C = 325 \text{ cm/sec}$ $Bl = 148 \text{ cm}$	HR VR HL VL	0/72	15,5/72	0/72	15,5/72

Tab.10. Phasenverschiebungen im Passlauf, Schäferhund.

Je grösser die Geschwindigkeit C wird, umsomehr nimmt Bf ab, umso größer wird aber Bl . Die Abhängigkeitsbeziehungen dieser Größen gibt Abbildung 8 wieder. Der Geschwindigkeitsbereich für den Passlauf liegt zwischen 230 cm/sec ($=8,2 \text{ km/Std.}$!) und 370 cm/sec ($=13,3 \text{ km/Std.}$!). Die Geschwindigkeitsbereiche von Schritt, passähnlichen Gang und Passlauf überlagern sich teilweise (siehe Abb.8).

Die räumlichen Verhältnisse

Diese sind ebenfalls einfacher zu klären als im Schritt. Jedes der gleichseitigen Gliedmaßenpaare liefert bei jedem Bewegungsablauf je 2 Fußspuren (Hinten rechts HR, Vorne rechts VR, Hinten links HL und Vorne links VL). Ihre gegenseitige Zuordnung zeigt

das Spurbild.

Im Gegensatz zum Schritt greifen die Hintergliedmaßen über die Vordergliedmaßen vor und fußen mehr oder weniger weit vor diesen. Der Abstand Hintergliedmaßen-Vordergliedmaßen ist verhältnismäßig konstant und beträgt ca. $61 - 63 \text{ cm}$ (Tab.11). Umso weiter die Spuren der Hintergliedmaßen vor die der Vordergliedmaßen zu liegen kommen, umso schneller

und raumgreifender wird die Passlauform. Auch die "Schrittlängen" nehmen dann zu. Sie schwanken im Passlauf zwischen 64 cm und 74 cm (Tab.11)u.(Abb.13).

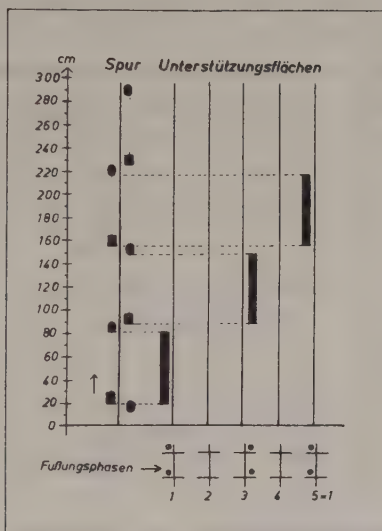


Abb. 13. Spurbild und Form der Unterstützungsfelder im Passlauf, Schäferhund.

Die Unterteilung der Bewegungslänge Bl in vier Teilstrecken $T_1 - T_4$ erfolgt wie im Schritt und passähnlichen Gang. Im Unterschied zu diesen Bewegungsarten haben im Passlauf aller Teilstrecken positive Werte. Die Teilstrecken T_1 und T_3 geben den Abstand der Fußungsflächen gleichseitiger Vorder- und Hintergliedmaßen wieder, T_2 und T_4 den Abstand der Fußungsflächen diagonalen Vorder- und Hintergliedmaßen. Letzteren Teilstrecken entspricht zeitlich die Dauer der Schwebephasen. Für den Passlauf lassen sich wie im Schritt folgende Beziehungen der Teilstrecken zueinander aufstellen:

$$Bl = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$T_1 = T_3 \text{ und } T_2 = T_4$$

Bewegungsart	Fußfolge	Teilstrecken				Bewegungs- länge
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Passlauf 1 C= 243 cm/sec	HR VR HL VL	HR VR 61	VR HL 3	HL VL 61	VL HR 3	128
Passlauf 2 C= 275 cm/sec	HR VR HL VL	HR VR 60	VR HL 5	HL VL 60	VL HR 5	130
Passlauf 3 C=275 cm/sec	HR VR HL VL	HR VR 61	VR HL 4	HL VL 61	VL HR 4	130
Passlauf 4 C=285 cm/sec	HR VR HL VL	HR VR 58	VR HL 11	HL VL 58	VL HR 11	138
Passlauf 5 C=326 cm/sec	HR VR HL VL	HR VR 63	VR HL 11	HL VL 63	VL HR 11	148

Tab.11. Räumliche Verhältnisse im Passlauf, Schäferhund.

Eng verknüpft mit dem Spurbild ist die Form der Unterstützungsfelder. Sie beschränkt sich im Passlauf im wesentlichen auf lange, schmale Rechtecke. Nur kurz wird dieses Fußungsbild unterbrochen durch das längere Fuß der jeweiligen Vordergliedmaßen und durch die Schwebephase (Abb.13).

Die Gliedmaßenführung

Die Gliedmaßenführung erfolgt im Passlauf nahezu parallel zur Körperachse. Trotz des geradlinigen Vorsetzens der Gliedmaßen ist infolge des gleichseitigen Synchronismus beim Passlauf das sogen. "Greifen" ausgeschlossen. Die seitlichen Abstände der Fußungsflächen sind entsprechend größer und das Spurbild erscheint dadurch breiter als bei bogenförmiger Gliedmaßenführung.

Die Schwerpunktverlagerungen

sind in vertikaler Richtung größer als im Schritt, aber auch die seitlichen Verlagerungen sind noch beachtlich, und zwar erfolgen sie in der gleichen Weise wie im passähnlichen Gang. Das Körpergewicht wird von jeweils gleichseitigen Gliedmaßenpaaren getragen und der Körperschwerpunkt bei jedem Bewegungsablauf zweimal vollkommen von der einen auf die andere Seite verlagert. Die vermehrte Schwerpunktverlagerungen in vertikaler Richtung hängen zusammen mit der bei den Laufbewegungen auftretenden Schwebephasen (vergl. Seite 30).

Gesamtbild des Passlaufes

Der Passlauf ist eine nicht sehr raumgreifende Bewegungsart, aber für den Hund bequem und offenbar für kürzere Strecken auch rationell. Der Schäferhund läuft ihn für kurze Wegstrecken z.B. im Stadtverkehr beim schnellen Führen an der Leine und auch auf freier Bahn. Auch als Übergangsform von Schritt zu Trab und umgekehrt hat der Passlauf Bedeutung. Eine ausgesprochene Dauerbewegungsart ist er nicht, d.h. er wird nicht auf längere Strecken gegangen. Da scheint er doch leicht zu Ermüdung zu führen. Der Passlauf ist zwar noch eine verhältnismässig ruhige Bewegungsart, es überwiegen jedoch schon die Vertikalschwankungen des Körpers gegenüber den Horizontalschwankungen.

Die Kopfbewegung

Von dem Kopf zeigt sich im Passlauf noch deutlicher als im Schritt das Heben und Senken ("hängenlassen"). Er wird in der Richtung vorgestreckt und gehoben, in der das Körpergewicht verlagert werden soll, z.B. bei linksseitiger Fassung nach rechts, bei rechtsseitiger Fußung nach links. Der Kopf spielt als Unterstützungsorgan zur Schwerpunktverlagerung eine wesentlich größere Rolle als im Schritt, ja er leitet vermutlich sogar die Verlagerung des Körperschwerpunktes bei Fußungswechsel ein.

Der Schwanzbewegung

dürfte keine funktionelle Bedeutung zukommen. Sie erfolgt im Passlauf immer nach der Seite, auf der das gleichseitige Gliedmaßenpaar schwingt. Richtungswechsel der Schwanzbewegung tritt demnach bei Fußungswechsel gleichseitiger Gliedmaßenpaare ein.

Die Rumpfbewegung

Die Rumpfachse zeigt ebenfalls wie im Schritt Durchbiegung und Aufkrümmung. Die Durchbiegung erfolgt nach Fußung des gleichseitigen Gliedmaßenpaares und hält an bis zu dessen Stemmphase. Dann schiebt sich von hinten eine Aufkrümmung der Wirbelsäule heran, die ihren Höchstpunkt nach dem Abfüßen des Gliedmaßenpaares, also in der Schwebephase erreicht.

2. Der Trab

Der Trab ist eine, von allen Hunden sehr bevorzugte Bewegungsart. Er ist sehr raumgreifend und offensichtlich wenig ermüdend, denn Hunde laufen ihn über lange Strecken ohne erhebliche Ermüdungserscheinungen zu zeigen. Der Grund dafür liegt vermutlich in der Art der Fußfolge, der Gliedmaßenführung und der damit verbundenen Verlagerung des Körperschwerpunktes in fast ausschließlich vertikaler Richtung. Im Trab liegt, wie im Pass, ein Synchronismus von Hinter- und Vordergliedmaßen vor, der aber nicht gleichseitige sondern diagonale Gliedmaßenpaare betrifft. Der Synchronismus ist bei dem Schäferhund, der den Bewegungsanalysen zugrunde liegt, fast vollkommen, d.h. man findet nur sehr geringgradige zeitliche Unterschiede im Auffüßen und Abfüßen diagonalen Gliedmaßen. Der Trab läßt sich im Gegensatz zu anderen Bewegungsarten gut mit dem Auge verfolgen. Dadurch, daß immer zwei Gliedmaßen die gleichen Bewegungsphasen durchlaufen, sind die Überlagerungen der Einzelbewegungen vermindert und die Übersicht über den gesamten Bewegungsablauf wesentlich größer als z.B. im Schritt oder Galopp. Dazu kommt noch, dass im Trab die Schwebephase verlängert ist und sich als

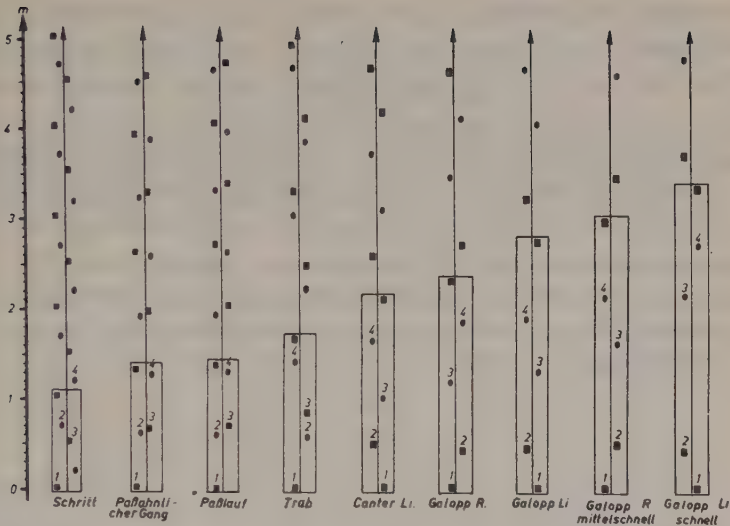


Abb.14. Spurbilder der einzelnen Bewegungsarten, Schäferhund.

Die schwarz ausgefüllten Quadrate und ovalen Tupfen zeigen die Lage der Fußungspunkte an, = Hintergliedmaßen = Vordergliedmaßen.

Bei jeder Bewegungsart ist 1 räumlicher Bewegungsablauf durch ein Rechteck begrenzt. Die Fußfolge ist gekennzeichnet durch die Ziffer 1-4.

deutlicher Einschnitt zwischen die Fußungen diagonalen Gliedmaßenpaare einschiebt. Die genaueren Verhältnisse des Bewegungsablaufes im Trab liefert uns wiederum erst die kinemographische Einzelbildauswertung.

Der Trab lässt sich, im Vergleich zum Passlauf, nicht aus einer anderen Bewegungsart direkt ableiten. Der Wechsel zum Trab, sei es aus dem Schritt, dem Passlauf oder dem Galopp, erfolgt über eine typische Zwischenphase, dem so-

genannten Bewegungsartenwechsel (früher als Gangartenwechsel bezeichnet), der zwei bis vier Bewegungsabläufe in Anspruch nimmt, je nachdem, ob er schneller oder langsamer vor sich geht.

Die Fußfolge

im Trab ist einfach zu analysieren. Es fußen und schwingen synchron: Hinten rechts HR - Vorne links VL und Hinten links HL - Vorne rechts VR (Abb.15). Diese Fußungsart bleibt innerhalb sämtlicher Trabformen beibehalten, es treten keine qualitativen Unterschiede auf sondern nur quantitative, d.h. es ändert sich nicht die Art der Aufeinanderfolge der Einzelbewegungen der vier Gliedmaßen, sondern nur deren zeitliche Ausdehnung.¹⁾

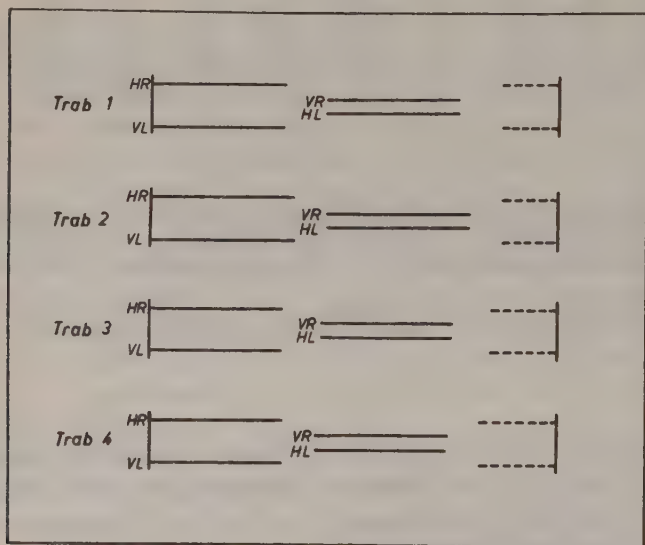


Abb.15. Fußungsbilder des Trabes, Schäferhund.

1) Die von SCHÄME aufgestellten Trabarten konnten für den Schäferhund nicht nachgewiesen werden.

Die zeitlichen Verhältnisse

Die zeitlichen Werte sind für die einzelnen Trabformen wenig unterschiedlich. Die Dauer der Bewegungsfolgen, Fußungs- und Schwingphasen ändern sich mit Zunahme der Geschwindigkeit C nicht wesentlich. Die Werte für Bf schwanken zwischen 32/72 sec und 30/72 sec (Tab.12). Sie sind für alle vier Gliedmaßen innerhalb einer Trabform gleich groß. Das gleiche gilt für die Dauer der Fußungs- und Schwingphasen (Abb.15).

Bewegungsart	Fußfolge	Bewegungsfolge		Fußungsphase		Schwingphase	
		sec	%	sec	%	sec	%
Trab 1 C=360 cm/sec Bl = 160 cm	HR	32/72	100	12/72	37,5	20/72	62,5
	VL	32/72	100	12/72	37,5	20/72	62,5
	HL	32/72	100	12/72	37,5	20/72	62,5
	VR	32/72	100	12/72	37,5	20/72	62,5
Trab 2 C=369 cm/sec Bl = 164 cm	HR	32/72	100	13/72	40,6	19/72	59,4
	VL	32/72	100	13/72	40,6	19/72	59,4
	HL	32/72	100	13/72	40,6	19/72	59,4
	VR	32/72	100	13/72	40,6	19/72	59,4
Trab 3 C=380 cm/sec Bl = 166 cm	HR	31/72	100	12/72	38,7	19/72	61,3
	VL	31/72	100	12/72	38,7	19/72	61,3
	HL	31/72	100	12/72	38,7	19/72	61,3
	VR	31/72	100	12/72	38,7	19/72	61,3
Trab 4 C=389 cm/sec Bl = 162 cm	HR	30/72	100	12/72	40,0	18/72	60,0
	VL	30/72	100	12/72	40,0	18/72	60,0
	HL	30/72	100	12/72	40,0	18/72	60,0
	VR	30/72	100	12/72	40,0	18/72	60,0

Tab.12. Bewegungsfolge und Fußungs- und Schwingphasenverhältnisse im Trab, Schäferhund.

Die Fußungsphase

wird synchron von diagonalen Gliedmaßenpaaren durchlaufen und ist im Trab zu Gunsten der Schwingphase verkürzt. Sie beträgt 12/72 sec bis 13/72 sec, im Mittel also 40% einer

Bewegungsfolge. Die Übernahme der Körperlast erfolgt kurz nach dem Aufsetzen mit starkem Durchtreten im Carpal- und Tarsalgelenk. Von der Fußungsphase ist funktionell gesehen die Stemmphase die wichtigste Teilphase, da in ihr durch starke Muskelkontraktion der Körper nach vorne und oben gestemmt wird. Auch diese Phase wird synchron von den diagonalen Gliedmaßenpaaren ausgeführt. Allein dadurch wird dem Körperschwerpunkt die Beschleunigung erteilt, die nach Abfuss eines diagonalen Gliedmaßenpaares ein längeres, freies Schweben des Gesamtkörpers ermöglicht.

Die Schwingphase

wird ebenfalls synchron von den beiden diagonalen Gliedmaßenpaaren durchlaufen. Zeitlich umfaßt sie 60% der Gesamtzeit einer Bewegungsfolge.

Eine räumliche Darstellung der Schwingphase gibt Abbildung 16 wieder. Die Dreiteilung in Anschwingkurve, eigentliche Schwingkurve und Ausschwingkurve liegt auch im Trab vor. Für die Hintergliedmaßen ist die Anschwingkurve mäßig hoch, die Schwingkurve verläuft dann in flachem Bogen ohne stärkere Durchbiegung und geht in die wenig abgesetzte ebenfalls flache Ausschwingkurve über (Abb.16). Der Schwingkurvenverlauf der Vordergliedmaßen hingegen zeigt eine deutliche Dreiteilung.

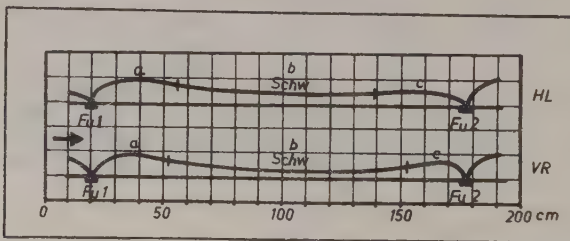


Abb.16. Schwingkurvenverlauf im Trab, Schäferhund.

Die Schwebephase

Dem Trab ist eine deutliche Schwebephase eigen, d.h. ein

Zeitabschnitt, in dem alle vier Gliedmaßen die Schwingphase durchlaufen. Sie erreicht Werte vom $2,5/72$ sec bis $4/72$ sec bei einer Geschwindigkeit von 360 - 389 cm/sec. Für das Gliedmaßenpaar, das eben den Boden mit kräftigem Abstoß verlassen hat, liegt die Schwebephase am Beginn der Schwingzeit, für das schwingende Gliedmaßenpaar, das im nächsten Augenblick fußen wird, am Ende derselben.

Auf Grund der synchronen Fußung diagonalen Gliedmaßenpaare ergeben sich im Trab ähnliche Verhältnisse wie im Passlauf, nur werden hier nicht die Phasenverschiebungen des Fußungsbeginns gleichseitiger Gliedmaßenpaare Null, sondern die diagonalen, während im Trab die Phasenverschiebungen des Fußungsbeginns gleichseitiger Gliedmaßenpaare ihre Höchstwerte erreichen (Tab.13). Für den Trab lassen sich demnach folgende Beziehungen unter den einzelnen Phasenverschiebungen aufstellen:

$$P_2 = 0 \quad \text{und} \quad P_4 = 0$$

$$P_1 = P_3$$

$$Bf = P_1 + P_3 \quad P_1 \text{ bzw. } P_3 = Bf/2$$

Bewegungsarten	Fußfolge	Phasenverschiebungen von			
		HR - VR	VR - HL	HL - VL	VL - HR
Trab 1 C = 360 cm/sec Bl = 160 cm	HR VL HL VR	16/72	0/72	16/72	0/72
Trab 2 C = 369 cm/sec Bl = 164 cm	HR VL HL VR	16/72	0/72	16/72	0/72
Trab 3 C = 380 cm/sec Bl = 166 cm	HR VL HL VR	15,5/72	0/72	15,5/72	0/72
Trab 4 C = 389 cm/sec Bl = 162 cm	HR VL HL VR	15/72	0/72	15/72	0/72

Tab.13. Phasenverschiebungen im Trab, Schäferhund.

Es genügt also die Kenntnis der Dauer einer Bewegungsfolge, um die Phasenverschiebungen des Fußungsbeginns aller vier Gliedmaßen zu bestimmen. Zur Aufstellung des Fußungsbildes muß jedoch noch eine zeitliche Größe bekannt sein, entweder die Fußungszeit F_u einer Gliedmaße, die Schwingzeit $Schw$ oder die Schwebezeit $Schwe$. Zwischen der Fußungszeit, der Schwebezeit und der Phasenverschiebung P_1 bzw. P_3 bestehen nämlich folgende Zusammenhänge: Die Summe von Fußungszeit und Schwebezeit ist gleich einer dieser Phasenverschiebungen, oder wenn man von der Schwingzeit ausgeht, so ist es die Differenz von Bewegungsfolge und Schwingzeit.

$$\begin{array}{ll} P_1 = F_u + Schwe & P_1 = Bf - Schw \\ P_3 = F_u + Schwe & \text{oder} \quad P_3 = Bl - Schw \end{array}$$

Die Geschwindigkeit C

Der Trab hat von allen Bewegungsarten des Schäferhundes den engsten und am schärfsten begrenzten Geschwindigkeitsbereich. Er liegt zwischen 350 cm/sec (=12,6 km/Std) und 410 cm/sec (=14,8 km/Std). Die Geschwindigkeit ist maßgebend für die Dauer der Bewegungsfolge, Fußungs- und Schwingzeit und der Schwebezeit, sowie auch für die Bewegungslänge. Die Schwingzeit, Schwebezeit und Bewegungslänge werden größer mit der Zunahme der Geschwindigkeit, die Fußungszeit und Phasenverschiebungen kleiner. Die genauen Abhängigkeitsbeziehungen dieser Größen zeigen Abbildung 8 und 15.

Die räumlichen Verhältnisse

Infolge des diagonalen Synchronismus liefert jedes Gliedmaßenpaar bei der Fußung zwei Fußspuren (HL - VR oder HR - VL). Der Abstand von einer Hintergliedmaße zur diagonalen Vordergliedmaße entspricht ungefähr dem Abstand von einer Hintergliedmaße zu der gleichseitigen Vordergliedmaße im Stand. Er beträgt ca. 55 - 56 cm (Abb.17 Tab. 14). Insgesamt entstehen also bei jedem Bewegungsablauf zweimal zwei Fußspuren. Der Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Hinter- oder Vordergliedmaßen ist ca. 81 - 82 cm (Schrittlänge!). Damit sind alle Grös-

sen bekannt, die man benötigt, um ein Spurbild, wie es Abb.17 zeigt, aufzustellen.

Bewegungsart	Fußfolge	Teilstrecken				Bewegungs- länge
		T_1	T_2	T_3	T_4	
Trab 1 $C = 360 \text{ cm/sec}$	HR VL HL VR	HR VL 51	VL HL 29	HL VR 51	VR HL 29	160
Trab 2 $C = 369 \text{ cm/sec}$	HR VL HL VR	HR VL 55	VL HL 27	HL VR 55	VR HL 27	164
Trab 3 $C = 380 \text{ cm/sec}$	HR VL HL VR	HR VL 55	VL HL 28	HL VR 55	VR HL 28	166
Trab 4 $C = 389 \text{ cm/sec}$	HR VL HL VR	HR VL 56	VL HL 25	HL VR 56	VR HL 25	162

Tab.14. Räumliche Verhältnisse im Trab, Schäferhund.

Das Spurbild

ist schmal und lang. Die Hintergliedmaßen greifen bei ihrer Fußung über die Fußungsflächen der Vordergliedmaßen hinaus. Alle Teilstrecken $T_1 - T_4$ haben demnach positive Werte. Ihre Beziehungen zueinander lassen sich folgendermaßen veranschaulichen.

$$Bl = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$T_1 = T_3 \quad T_2 = T_4$$

Die Teilstrecken T_1 und T_3 sind die Abstände der Fußungsflächen diagonalen Hinter- und Vordergliedmaßen, T_2 und T_4 die gleichseitiger Hinter- und Vordergliedmaßen (Tab.14). Den Teilstrecken T_2 und T_4 entspricht zeitlich die Schwebezeit, ihre Längen nehmen mit der Geschwindigkeit zu und ab.

Im engen Zusammenhang mit dem Spurbild steht die Form der Unterstützungsfelder (Abb.17). Im Trab liegen die Verhältnisse ja so, dass der Körper zeitweilig von zwei diagonalen Gliedmaßen getragen und vorwärtsbewegt wird, zeitweilig aber frei in der Luft schwebt. Ihre Form ist lang und schmal.

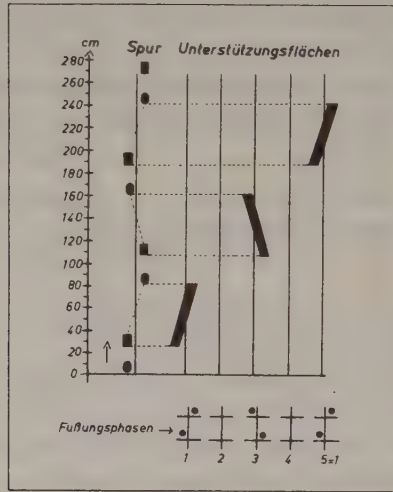


Abb.17. Spurbild und Unterstützungsfelder im Trab,
Schäferhund.

Die Belastungsintensität ist größer als im Schritt und Passlauf, da die Unterstützungsfelder kleiner, die Fußungszeit wesentlich kürzer, das Körpergewicht aber konstant bleibt.

Die Gliedmaßenführung

Das bogenförmige Vorsetzen der Gliedmaßen in der Schwingphase erfolgt im Trab in noch ausgeprägterer Form als im Schritt. Im Trab werden auf Grund der synchronen Fußung diagonaler Vorder- und Hintergliedmaßen die letzteren in der Schwebephase seitlich an den gleichseitigen Vordergliedmaßen vorbeigeführt und fußen mehr oder weniger weit vor deren Fußungsflächen. Ob die rechte Hintergliedmaße medial oder lateral

an der gleichseitigen Vordergliedmaße vorbeigeführt wird, die diagonale Vordergliedmaße entsprechend lateral oder medial an der gleichseitigen Hintergliedmaße, ist individuell verschieden. Damit ist auch das Schräglaufen der Hunde verbunden. Die Körperachse steht im Trab nicht direkt in der Laufrichtung, sondern etwas schräg zu ihr, sie weicht nach links (Abb. 18 A) oder nach rechts (Abb. 18 B) ab.

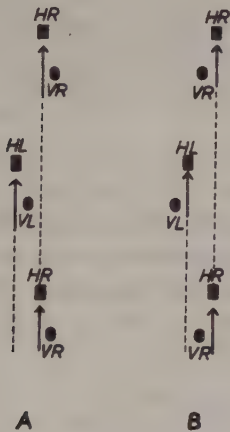


Abb.18.

Schematische Darstellung des Schräglaufens im Trab.

A=Körperachse weicht nach links ab.

B=Körperachse weicht nach rechts ab.

Die Schwerpunktsverlagerungen

Die Verhältnisse der Verlagerung des Körperschwerpunktes liegen wohl in keiner Bewegungsart so günstig wie im Trab. Das ist bedingt durch den diagonalen Synchronismus. Horizontale Schwerpunktsverlagerungen findet man nur ganz geringgradig. Es handelt sich fast ausschließlich um Vertikalverlagerungen des Körperschwerpunktes. Er pendelt auf und ab, erreicht seinen höchsten Punkt in der Schwebephase und seinen tiefsten kurz nach dem Fuß diagonalen Gliedmaßenpaare.

Gesamtbild des Trabes.

Der Trab ist eine sehr ausgeglichene Bewegungsart, die raum-

greifend und offenbar wenig ermüdend ist. Der Wechsel der diagonalen Gliedmaßenpaare erfolgt kaum merklich. Die Einzelbewegungen der Gliedmaßen sind geschmeidig, elegant und harmonisch im Zusammenspiel mit Kopf-, Schwanz- und Rumpfbewegungen. Den geringgradigen Horizontal- und hochgradigen Vertikalverlagerungen des Körperschwerpunktes sind die Kopf-, Schwanz- und Rumpfbewegungen koordiniert.

Die Kopfbewegung

Der Kopf ist weit nach vorne gestreckt und wird abwechselnd gehoben und gesenkt. Das Heben erfolgt jeweils im Endabschnitt der Stemmphase und überdauert die Schwebephase eines diagonalen Gliedmaßenpaares. Das Senken beginnt mit dem Auffüßen und wird in der Stützphase am deutlichsten.

Der Schwanzbewegung

kann keine funktionelle Bedeutung beigemessen werden. Er pendelt nach der Seite, in der von dem diagonalen Gliedmaßenpaar die Fußungsphase durchlaufen wird, oder wird auch gestreckt gehalten.

Die Rumpfbewegung

Das Durchbiegen und Aufkrümmen der Rumpfachse ist ebenfalls der vermehrten Vertikalverlagerung des Körperschwerpunktes angepaßt. Die größte Durchbiegung der Rumpfachse ist kurz nach dem Füßen jeweils diagonalen Gliedmaßenpaare erreicht, also in der Stützphase. Die maximale Aufkrümmung liegt in der Mitte der Schwebephase vor.

3. Der Galopp

Allgemeines

Der Galopp umfasst einen ganzen Komplex von Bewegungsarten und ist die schnellste Form der Laufbewegung. Weder Schritt, Pass noch Trab besitzen solche Variationsmöglichkeiten und verfügen über so einen weitbegrenzten Geschwindigkeitsbereich

wie der Galopp (Abb.8). Er ist im Vergleich zu diesen vollkommen anders geartet und daher mit den bisher beschriebenen Bewegungsarten nicht direkt vergleichbar. Während nämlich im Schritt, Pass und Trab die Einzelgliedmaßen sich in ihren Bewegungen gleich waren (Symmetrie), bestehen im Galopp Unterschiede in der Größe und der zeitlichen Zuordnung (Phasenverschiebung) der Einzelbewegungsabläufe. Die Symmetrie, welche sich bis zum Trab einschließlich, wenn auch nicht immer unter allen vier Gliedmaßen, so doch unter gleichseitigen Beinpaaren zeigt (Pass), ist im Galopp vollkommen aufgelöst. Sowohl die zeitlichen als auch die räumlichen Größen der Einzelbewegungen sind für die Gliedmaßen innerhalb eines Bewegungsablaufes unterschiedlich groß (Tab.15,17,18,20,21,23), und ebenfalls ist ihre gegenseitige Zuordnung (Koordination) wechselnd.

Es scheint so, als ob dem Galopp wohl ein festes Koordinationsschema zugrunde liegt, dieses aber sehr variabel ist und nach den verschiedensten Richtungen hin abgewandelt werden kann. Schon die Vielzahl der Galoppformen (Tab.15,18,21) ist ein Beweis dafür, welche verschiedenartige Kombinationsmöglichkeiten sich ergeben.

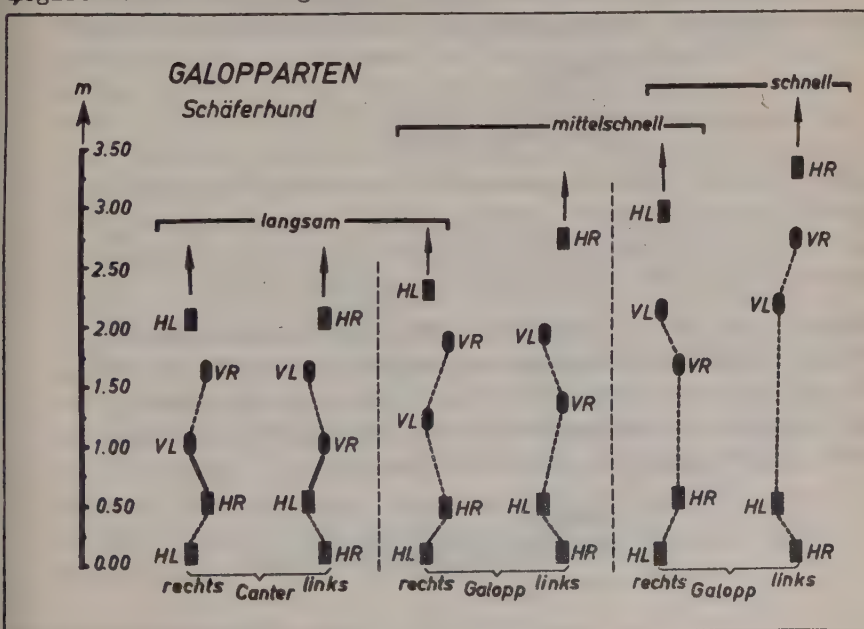


Abb.19. Galopparten des Schäferhundes.

Da es sich beim Galopp eigentlich nicht um eine Bewegungsart handelt, sondern um einen ganzen Bewegungskomplex, werden verschiedene Unterteilungen notwendig. Die kleinste Einheit ist die Galoppform z.B. Canter links, alternierender Galopp links, zyklischer Galopp rechts usw. wie sie Tabelle 15 - 23 wiedergeben. Gleichartige Galoppformen d.h. solche, die sich nur der Geschwindigkeit nach unterscheiden, fallen unter die Bezeichnung Galoppart (Abb.19). Schließlich lassen sich ähnliche Galopparten d.h. solche die in ihrer Fußfolge spiegelbildlich gleich sind, zu Gruppen zusammenfassen, z.B. Canter, alternierender Galopp, zyklischer Galopp (Abb.19).

Es ließen sich folgende sechs Galopparten analysieren:

1. Canter rechts
2. Canter links
3. Alternierender Rechtsgalopp
4. Alternierender Linksgalopp
5. Zyklischer Rechtsgalopp
6. Zyklischer Linksgalopp

Die sechs Galopparten können zu drei Galoppgruppen zusammengefaßt werden, die nun nacheinander beschrieben werden sollen.

1. Canter
2. Alternierender Galopp
3. Zyklischer Galopp

Während 2 und 3 Dauerbewegungsarten darstellen, d.h. über längere Strecken gelaufen werden, umfaßt 1 nur Übergangsformen, die beim Übergang von schnelleren Galopparten zu langsameren und zum Trab und umgekehrt Bedeutung erlangen.

Neben der oben getroffenen Einteilung in Galoppformen, Galopparten und Galoppgruppen, der ausschließlich die Art der Fußfolge zugrunde liegt, läßt sich auch noch eine Einteilung hinsichtlich der Geschwindigkeit der einzelnen Galoppformen treffen (Abb.19). Man unterscheidet:

- | | |
|-------------------|---------------|
| 1. Langsame | } Galopparten |
| 2. Mittelschnelle | |
| 3. Schnelle | |

Zu den langsamen ($C = 3,9 - 6,5$ m/sec) zählen der alternierende Rechtsgalopp und beide Canter-Arten, zu den mittelschnellen ($C = 5,4 - 12,2$ m/sec) der alternierende Rechts- und Linksgalopp und der zyklische Rechtsgalopp, zu den schnellen der zyklische Rechts- und Linksgalopp. Da es aber schwierig ist, die Galopparten allein auf Grund ihrer Geschwindigkeitsbereiche zu kennzeichnen, die einzelnen Bereiche überlappen sich teilweise sehr stark, erfolgt ausserdem noch eine besondere Nomenklatur der einzelnen Arten innerhalb dieser Geschwindigkeitsbereiche auf Grund der Fußfolge entsprechend der Einteilung 1 - 6 .

a. Der Canter

Der Name Canter stammt aus dem Englischen und benennt den gewöhnlichen Pferdegalopp mit drei Hufschlägen. Er ist eine Sonderform des alternierenden Galoppes. Auch für den Hund wird diese Bezeichnungsweise beibehalten, obwohl nicht ohne weiteres die drei "Hufschläge" (Auffußungsmomente) wahrgenommen werden können. Der Name Canter bezeichnet eine Galoppgruppe, die sich aus zwei Arten zusammensetzt, den Rechts-Canter und den Links-Canter. Um Rechtsgalopp handelt es sich, wenn die linke Hintergliedmaße als erstfußende den Boden berührt, um Linksgalopp, wenn die rechte Hintergliedmaße zuerst fußt.

Bei den bis jetzt analysierten Bewegungsarten war es unwesentlich, welche Gliedmaße den Bewegungsbeginn anzeigte. Willkürlich wurde irgendeine Gliedmaße als erstfußende herausgenommen und nach ihr die Fußfolge, d.h. die Reihenfolge der nachfolgenden Fußungen, festgelegt. Beim Galopp ist nun vorgezeigt, welche Gliedmaße die erstfußende ist. Wie bei dem Pferd so wird auch hier bei dem Deutschen Schäferhund diejenige Gliedmaße als erstfußende bezeichnet, die nach der im Galopp sehr ausgeprägten Schwebephase zuerst den Boden berührt. Bei allen oben genannten Galopparten ist dies eine der Hintergliedmaßen.

Die Bezeichnung Links- bzw. Rechtsgalopp besagt nun nicht, daß, wie man annehmen könnte, es sich um Rechtsgalopp handelt, wenn der rechte Hinterfuß zuerst fußt und entsprechend um Linksgalopp, wenn der linke Hinterfuß nach der Schwebephase zuerst den Boden berührt, sondern es ist gerade umgekehrt, wenigstens beim Pferd. Aus praktischen Gründen soll auch beim Hund diese Bezeichnungsweise beibehalten werden. Lässt man ein Pferd auf dem Zirkel (auf einer Kreislinie) galoppieren, so bevorzugt es im Uhrzeigersinn, also rechtsherum, eine bestimmte Galoppform, die als Rechtsgalopp bezeichnet wird. Dabei fußt das linke Hinterbein zuerst, das rechte Vorderbein zuletzt, nachdem es, bevor es aufsetzt, ausdrucksvoll vorschwingt und deshalb auch als führende Vordergliedmaße benannt wird. Dieses Merkmal soll für den Laien die Erkennung und Benennung der Galoppform erleichtern (GMELIN).

Entsprechend zeigt sich beim Galoppieren gegen den Uhrzeigersinn, also linksherum, eine Galoppform, die als Linksgalopp bezeichnet wird. Die rechte Hintergliedmaße setzt als erstfußende, die linke Hintergliedmaße als letztfußende auf.

Da nun beim Hund neue Galopparten auftauchen, die obiger Definition nicht mehr vollkommen genügen, weil andersartige Zuordnungen der Einzelbewegungen erfolgen, möge, um Verwirrungen und Irrtümer zu vermeiden, sich die Bezeichnung der Galoppart nicht nach dem am weitesten vorschwingenden Vorderbein, sondern nach der Hintergliedmaße richten, die der erstfußenden im Bewegungsablauf folgt.

Es gilt demnach auch für den Hund:

Rechtsgalopp: Fußungsbeginn hinten links, gefolgt von hinten rechts.

Linksgalopp: Fußungsbeginn hinten rechts, gefolgt von hinten links.

Die Fußfolge

Die Fußfolge des Schäferhundes im Canter gleicht vollkommen der des Pferdegaloppes und ist gekennzeichnet durch eine synchrone Diagonalfußung in Mittelstellung innerhalb jedes Bewegungsablaufes (Abb.20). Handelt es sich z.B. um eine Linksform, so beginnt die rechte Hintergliedmaße den Bewegungsablauf nach der Schwebephase, Hinten links und Vorne rechts setzen ihn fort und Vorne links beendet ihn. Bei einer Rechtsform beginnt Hinten links, die synchrone Dia-

gonalfußung fällt auf Hinten rechts und Vorne links, wogegen Vorne rechts den Bewegungsablauf beschließt.¹⁾ Die synchrone Diagonalfußung im Canter weist auf Trabeigenschaften hin und ohne Zweifel liegt darin die Tatsache begründet, dass der Canter beim Schäferhund als Übergangsform gelaufen wird von schnelleren Galopparten zu Trab und umgekehrt.

Die zeitlichen Verhältnisse

Die zeitlichen Größen Fußungsphase, Schwingphase und Phasenverschiebung sind unter sich keinen großen Schwankungen unterworfen. Dagegen zeigt sich aber gegenüber der Trabbewegung ein abrupter Sprung sowohl hinsichtlich der Werte für die Bewegungsfolge Bl als auch für die Fußungsphase Fu und die

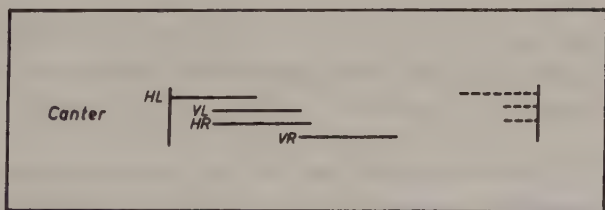


Abb.20. Fußungsbilder des Canter, Schäferhund.

Schwingphase Schw. Entsprechend des Geschwindigkeitssprunges von 389 cm/sec auf 557 cm/sec im Canter nimmt die Dauer der Bewegungsfolge ab auf $27/72 \text{ sec} = 0,4 \text{ sec}$ (Tab.15). Sie ist für alle vier Gliedmaßen gleich groß.

-
- 1) Von den beiden Canterarten, dem Rechts-Canter und dem Links-Canter zeigt der Schäferhund, der diesen Auswertungen zugrunde liegt, vorwiegend die Linksart und nur vereinzelte Sprünge im Rechts-Canter. Die Linksart ist deshalb überhaupt nicht mit in die Tabellen und Abbildungen aufgenommen. Der Grund für diese sonderbare Bevorzugung ließ sich bis jetzt noch nicht klären. Es kann eine individuelle Angewohnheit sein, aber auch ein Zufallsbefund. Die erste Erklärung ist wohl die wahrscheinlichere.

Die Fußungsphase

Einen noch deutlicheren Abfall zeigt die Fußungsphase, die nur rund 29 - 33% einer Bewegungsfolge einnimmt. Die Werte für die Fußungszeit sind im Falle Canter von Tabelle 15 zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen unterschiedlich, bei den Vordergliedmaßen dagegen unter sich gleich und bei den Hintergliedmaßen ebenfalls.

Dies soll nicht in dem Sinne als feste Norm gelten, daß man annähme, dies sei die einzige Möglichkeit der Fußungsphasenaufteilung. Diese ist nur eine von vielen. Es muss immer berücksichtigt werden, daß die Tabellen Mittelwerte liefern, ausserdem ist zu bedenken, daß bei schnelleren Bewegungsarten die Bildschärfe des Einzelbildes nachlässt und auch die Fehlergrenzen der Auswertungsmethode sich entsprechend erweitern.

Viel bedeutender als die zeitlichen Verhältnisse bei den einzelnen Gliedmaßen in der Fußungsphase ist deren funktionelle Bedeutung.

Von den vier Gliedmaßen werden zwei in der Fußungsphase besonders beansprucht und zwar die erstfußende und die letztfußende. Die erstfußende, immer eine Hintergliedmaße, übernimmt zunächst die ganze Körperlast, angezeigt durch starkes Durchtreten im Tarsalgelenk, und stemmt den Körper dann in die Mitteldiagonale.

Bewegungsart	Fußfolge	Bewegungsfolge		Fußungsphase		Schwingungsphase	
		sec.	%	sec.	%	sec.	%
Canter Li	HR	27/72	100	8/72	29,7	19/72	70,3
C=557 cm/sec	HL	27/72	100	8/72	29,7	19/72	70,3
Bl = 209 cm	VR	27/72	100	9/72	33,3	18/72	66,7
	VL	27/72	100	9/72	33,3	18/72	66,7

Tab.15. Bewegungsfolge u. Fußungs- und Schwingphasenverhältnisse im Canter, Schäferhund.

Durch die synchrone Fußung ist hier sowohl die Stütz- als auch die Stemmarbeit auf zwei Gliedmaßen verteilt. Das kraftvolle, gleichzeitige Abstemmen der diagonalen Gliedmaßen, wobei die Vordergliedmaße etwas länger fußt als die diagonale Hintergliedmaße (vergleiche Pass), schiebt den Körper so weit nach vorne, dass schließlich nur eine Gliedmaße, die letztfußende Vordergliedmaße, die Stütz- und Stemmfunktion übernimmt (Abb.20). Sie hat weniger die Aufgabe den Körper vorwärts zu schleudern, das ist mit die Hauptaufgabe des diagonalen Beinpaars, als vielmehr ihn in vertikaler Richtung abzustemmen und das nun folgende Schweben zu ermöglichen. Es zeigt sich also, dass in der Fußungsphase die vier Gliedmaßen funktionell nicht gleichwertig beansprucht werden.

Die Schwingphase

Die zeitlichen Verhältnisse der Einzelbewegungen in der Schwingphase stehen in direktem Zusammenhang mit denen der Fußungsphase, und zwar beträgt die Schwingphase im Canter $18/72 \text{ sec} - 19/72 \text{ sec} = 0,25 \text{ sec} - 0,26 \text{ sec}$ (66% - 70% einer Bewegungsfolge). Die einzelnen Schwingphasen überlappen sich auch in langsamen Galopparten (Canter und Rechtsgalopp) schon stark und ermöglichen eine deutliche

Schwebephase,

die auch visuell trotz der relativ hohen Geschwindigkeiten gut erkennbar wird. Die Lage und Bedeutung der Schwebephase ist im Galopp eine ganz andere als im Pass und Trab. Sie ist durch die Fußfolge bedingt. Während bei Pass und Trab vor jedem Fußungswechsel gleichseitiger bzw. diagonalen Beinpaars sich eine Schwebephase einschleibt, also zu jedem Bewegungsablauf eigentlich zwei Schwebephasen gehören, beendet im Canter jeweils nur eine Schwebephase jeden Bewegungsablauf.

Bedingt ist die ausgedehnte Schwebephase im Canter nicht allein durch die relativ kurzen Fußungsphasen und relativ langen Schwingphasen, sondern auch durch sehr variable Pha-

senverschiebungen. Die Größe der Schwebephase lässt sich bestimmen, wenn man von der Bewegungsfolge Bf die Summe der ersten drei Phasenverschiebungen P_1 , P_2 und P_3 und die Fusionszeit der vierten Gliedmaße Fu_4 subtrahiert.

$$\text{Schwebephase} = Bf - (P_1 + P_2 + P_3 + Fu_4)$$

Als Beispiel für den Canter gilt:

$$\begin{aligned} \text{Schwebephase} &= \frac{27 - (4 + 0 + 8 + 9)}{72} \\ &= \frac{27 - 21}{72} = 6/72 \text{ sec} \end{aligned}$$

Die Phasenverschiebungen

Sie sind im Galopp für alle vier Gliedmaßen verschieden groß (Tab.16). Die Beziehungen innerhalb der Phasenverschiebungen unterliegen keinen festen Gesetzmäßigkeiten wie im Schritt, Pass und Trab. Es gilt lediglich noch die Beziehung:

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1 \text{ Bf}$$

Bewegungsart	Fußfolge	Phasenverschiebungen von:				Bf sec
		HR - HL	HL - VR	VR - VL	VL - HR	
Canter	HR	4/72	0/72	8/72	15/72	27/72
C=557 cm/sec	HL					
Bl = 209 cm	VR					
	VL					

Tab.16. Phasenverschiebungen im Canter,
Schäferhund.

Die Geschwindigkeit

Da der Canter keine Dauerbewegungsform ist sondern eine Übergangsform, liegt sein Geschwindigkeitsbereich größtenteils auch im Bereich der sich von ihm ableitenden Galopparten, nämlich des alternierenden Rechts- und Linksgaloppes (Abb.8). Die unterste Grenze ist bei 4,60 m/sec = 16,56 km/Std. die oberste bei 6,5 m/sec = 23,40 km/Std.

Die Geschwindigkeitsgrenzen umfassen alle Einzelwerte der Auswertungstabellen.

Der Canter ist neben dem alternierenden Rechtsgalopp die langsamste Gruppe der Galoppbewegung (Abb.8).

Die Geschwindigkeit C steht in den gleichen Beziehungen zu Bewegungslänge und Bewegungsfolge wie bei allen anderen Bewegungsarten und gehorcht somit der Formel:

$$C = \frac{\text{Bewegungslänge}}{\text{Bewegungsfolge}} \frac{Bl}{Bf} \text{ cm/sec}$$

Abbildung 8 gibt die genauen Beziehungen dieser Größen wieder und sagt gleichzeitig über deren gegenseitige Abhängigkeit aus.

Die räumlichen Verhältnisse

Die Unsymmetrie der zeitlichen Größen für die einzelnen Gliedmaßenbewegungen greift auch auf deren räumliche Größen über. Bei den bis jetzt beschriebenen Bewegungsarten liegen die ein-

Bewegungsart	Fußfolge	Teilstrecken				Bl cm
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Canter Li	HR	48				209
C=557 cm/sec	HL	HR HL	52	64		
Bl = 209 cm	VR		HL VR	VR VL	45	
	VL				VL HR	

Tab.17. Die räumlichen Verhältnisse im Canter, Schäferhund.

zelenen Fußungspunkte der Hintergliedmaßen in gleichen Abständen und ebenso die der Vordergliedmaßen (Schrittlänge S). Beim Galopp treten nun vollkommen neue Lagebeziehungen auf (Abb.14). Die Fußpunkte liegen in verschiedenen Abständen zueinander (Tab.17), und es lässt sich im Gegensatz zu Schritt, Pass und Trab lediglich die Beziehung aufstellen: Die Bewegungslänge Bl ist die Summation der Fußungsabstände T₁-T₄

innerhalb eines Bewegungsablaufes:

$$B_1 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

Die Größe einer Bewegungslänge im Canter (Linksform) liegt im Mittel bei 209 cm. Die Größe der einzelnen Teilstrecken sind aus Tabelle 17 zu ersehen.

Das Spurbild (Abb.14)

setzt sich zusammen aus fast gleichweit auseinanderliegenden Fußungspunkten (Trittspiegel), die in ihrer Anordnung, ohne Berücksichtigung der Fußfolge, der des Schrittspurbildes sehr ähnlich sind. Die Trittspiegel liegen nahe der Medianlinie.

Die Schwerpunktsverlagerungen

Im engen Zusammenhang damit steht die Schwerpunktsverlagerung des Gesamtkörpers. Sie ist infolge der fast linear liegenden Fußspuren und der relativ großen Geschwindigkeit vorherrschend vertikal. Kleine horizontale Pendelbewegungen des Körpers lassen sich im Canter noch feststellen.

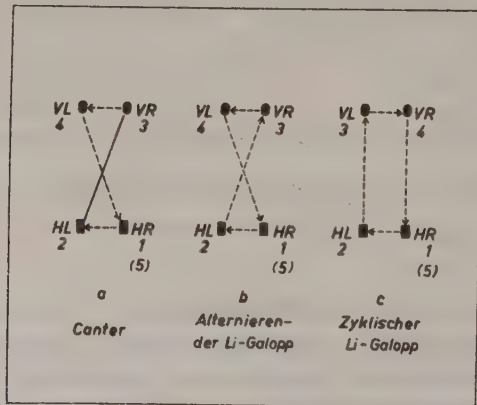


Abb. 21. Schematische Darstellung der Fußfolge im Galopp.

b. Der alternierende Galopp

Der alternierende Galopp ist eine dem Canter sehr ähnliche Galoppgruppe und kommt beim Deutschen Schäferhund wie dieser sowohl als Links- als auch als Rechtsgalopp vor.

Zunächst muss die Bezeichnung alternierend erläutert werden. In der Literatur (GMELIN, NICKEL-SCHUMMER-SEIFERLE u.a.) spricht man lediglich von einem langsamen, mittelschnellen und schnellen Galopp, ausserdem noch von Arbeitsgalopp, Kurzgalopp, gestrecktem Galopp und Renngalopp, MUYBRIDGE noch von rotatory- und transvers gallop. Diese Bezeichnungen kennzeichnen wohl die Schnelligkeit der Galoppbewegungen, keinesfalls aber, ausser eventuell die von Muybridge, den Typ der Bewegungsart. Für die beim Deutschen Schäferhund weit umfangreicheren Galopparten als beim Pferd wird es erforderlich, neue Bezeichnungen einzuführen, die sich nicht allein auf die Geschwindigkeit C beziehen, sondern gleichzeitig das charakteristische Merkmal einer Bewegungsart, die Zuordnung der Einzelbewegungen (Fußfolge), sinngemäß in sich schließen.

Die Fußfolge

Die Fußfolge, die obiger Bezeichnungsweise zugrunde liegt, heißt deshalb a l t e r n i e r e n d, weil sie bei dieser Galoppgruppe so abwechselt, dass jeder Bewegungsbeginn der vier Gliedmaßen auf eine andere Seite fällt, also fortlaufend seitenwechselnd ist (Abb.21).

Wahrscheinlich ist der alternierende Galopp dem transvers gallop von Muybridge homolog. (Wörtlich heißt transvertiere hinüberwechseln).

Der alternierende Rechtsgalopp hat demnach folgende Fußfolge: Hinten links (HL), hinten rechts (HR), vorne links (VL), vorne rechts (VR)(Tab.18).

Der alternierende Linksgalopp entsprechend:

Hinten rechts (HR), hinten links (HL), vorne rechts (VR), vorne links (VL)(Tab.18).

Die Alternanz bezieht sich auf den Seitenwechsel in der Unterstützung der Körperlast, nicht aber auf Vorder- und Hinter-

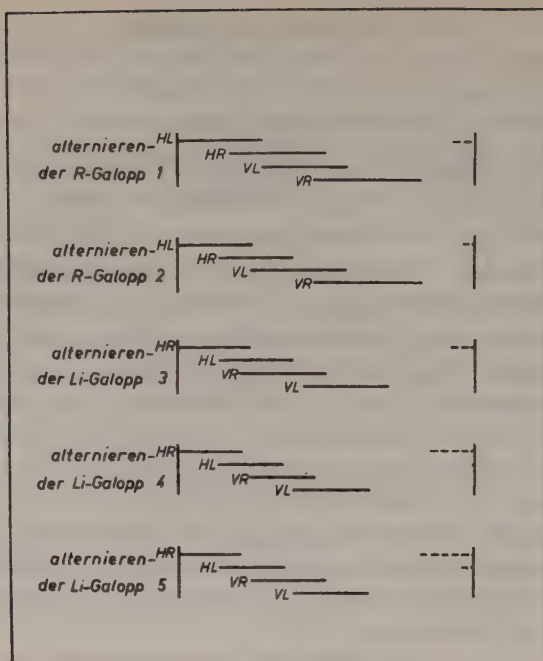


Abb.22. Fußungsbilder im alternierenden Galopp,
Schäferhund.

gliedmaßen wie z.B. im Schritt (Tab.3). Während im Schritt jeder Fußung einer Hintergliedmaße die einer Vordergliedmaße folgt, ordnen sich die Einzelbewegungen im alternierenden Galopp so an, dass zunächst beide Hintergliedmaßen und darauf beide Vordergliedmaßen in Tätigkeit treten. Dies gilt auch für den Canter. In welcher Reihenfolge die Hintergliedmaßen bzw. die Vordergliedmaßen einander ablösen, ist jedoch verschieden (Abb.22).

Ableiten lässt sich der alternierende Galopp direkt aus dem Canter, indem die diagonale Mittelfußung durchbrochen wird und die diagonalen Gliedmaßen nicht mehr gleichzeitig, sondern nacheinander, erst die Hintergliedmaße, dann die Vordergliedmaße, in Fußung treten.

Die zeitlichen Verhältnisse

Die Dauer der Bewegungsfolge Bf ist für alle Gliedmaßen innerhalb einer Galoppform gleich groß und zeigt zwischen den einzelnen Formen relativ große Schwankungen (Tab.18). Grundsätzlich sind die Rechtsformen des alternierenden Galoppes die

Bewegungsart	Fußfolge	Bewegungsfolge		Fußungsphase		Schwingphase	
		sec	%	sec	%	sec	%
alternieren- der R-Galopp 1 Übergangsform = 544 cm/sec l = 196 cm	HL	26/72	100	8/72	30,7	18/72	69,3
	HR	26/72	100	9/72	34,6	17/72	65,4
	VL	26/72	100	8/72	30,7	18/72	69,3
	VR	26/72	100	10/72	38,4	16/72	61,6
alternieren- der R-Galopp 2 Übergangsform = 619 cm/sec l = 232 cm	HL	27/72	100	7/72	25,3	20/72	74,1
	HR	27/72	100	7/72	25,9	20/72	74,1
	VL	27/72	100	9/72	33,3	18/72	66,7
	VR	27/72	100	10/72	37,0	17/72	63,0
alternieren- der Li-Galopp 3 = 684 cm/sec l = 247 cm	HR	26/72	100	7/72	26,9	19/72	73,1
	HL	26/72	100	7/72	26,9	19/72	73,1
	VR	26/72	100	8/72	30,8	18/72	69,2
	VL	26/72	100	8/72	30,8	18/72	69,2
alternieren- der Li-Galopp 4 = 855 cm/sec l = 285 cm	HR	24/72	100	6/72	25,0	18/72	75,0
	HL	24/72	100	6/72	25,0	18/72	75,0
	VR	24/72	100	6/72	25,0	18/72	75,0
	VL	24/72	100	7/72	29,2	17/72	70,8
alternieren- der Li-Galopp 5 = 923 cm/sec l = 295 cm	HR	23/72	100	6/72	26,0	17/72	74,0
	HL	23/72	100	6/72	26,0	17/72	74,0
	VR	23/72	100	7/72	30,4	16/72	69,6
	VL	23/72	100	7/72	30,4	16/72	69,6

Tab.18. Bewegungsfolge, Fußungs- u. Schwingphasenverhältnisse im alternierenden Galopp, Schäferhund.

langsameren und weisen auch für Bf die größten Werte auf, die Linksformen entsprechend die niedrigsten. Die Werte schwanken zwischen 23/72 sec = 0,32 sec und 27/72 sec = 0,37 sec (Tab.18).

Ein Teil der Werte ist beiden Galopparten gemein und gehört somit dem Überlappungsbereiche an (Abb.8). Bei der Dauer einer Bewegungsfolge von $27/72$ sec z.B. kann der Hund sowohl alternierenden Rechts- als auch alternierenden Linksgalopp laufen, je nachdem welchen Anforderungen er gerecht werden soll. Teilweise spielt auch die vorangegangene Bewegungsart eine Rolle.

Die Fußungsphase

Sie tritt zu Gunsten der Schwingphase immer mehr in den Hintergrund. Im Film ohne Zeitdehnung erscheint die Fußungsphase nur noch als momentane Bodenberührung und ist infolge ihrer Kürze mit dem Auge nur schlecht zu erfassen. Erst die Zeitdehnung und das Einzelbild selbst geben Aufschluss über die auf kurze Zeit zusammengedrängten Bewegungsabläufe in dieser Phase (Abb.22). Entsprechend der kurzen Fußungsdauer für die Einzelgliedmaße, die zwischen $6/72 = 0,083$ sec und $10/72 = 0,139$ sec schwankt, nehmen auch die Teilphasen niedrigere Werte an und stellen funktionell gesehen um so höhere Ansprüche an die Gliedmaßen. Die Belastungsintensität in der Stützphase wird für die Einzelgliedmaße neben der kurzen Stützzeit auch infolge der noch zu besprechenden Art der Phasenverschiebung in ihrer Größe erheblich beeinflusst und nimmt nicht unbedeutende Ausmaße an. In der Stemmphase übernimmt die Gliedmaße neben der eigentlichen Belastung durch das Körpergewicht dann noch eine zweite Funktion, das Abstemmen des Körpers nach vorne und oben, das allgemein betrachtet in keiner Bewegungsart so kraftvoll geschehen muß wie im Galopp. Dies betrifft besonders die zuletzt fußende Vordergliedmaße, welche dem Körper den letzten Schwung für die folgende Schwebephase geben muß. Damit steht offensichtlich auch die Größe der Fußungsphase in Beziehung, die für diese letztfußende Gliedmaße $1/72 - 2/72$ sec länger dauert als für die anderen. Am größten ist jedoch die Belastungsintensität für die erstfußenden Hintergliedmaßen, da sie den aus der Schwebephase "herabfallenden" Körper auffangen und eine kurze Zeit lang selbständig unterstützen muß (Abb.24.)

Die Schwingphase

Die Schwingphase der Einzelgliedmaße übertrifft im alternierenden Galopp die Fußungsphase um das zwei- bis dreifache. Sie nimmt zeitlich 61 - 75% einer Bewegungsfolge in Anspruch. (Tab.18) Nicht nur zeitlich zeigt sie sich bei den vier Gliedmaßen variabel, sondern auch in funktioneller Hinsicht lassen sich deutliche Unterschiede beobachten. Dies wird sichtbar an den Schwingkurven der vier Gliedmaßen (Abb.23).

Während in allen anderen Bewegungsarten die Schwingkurven der Vordergliedmaßen gleichartig waren und ebenso die der Hintergliedmaßen, treten beim Galopp vier verschieden gestaltete Schwingkurven auf. Ihr Verlauf ist in Höhe und Form recht unterschiedlich. In der H ö h e übertreffen die Kurven der Hintergliedmaßen diejenigen der Vordergliedmaßen fast um das Doppelte, ihre F o r m ist schwungvoller und ihre Teilkurven deutlicher voneinander abgesetzt. Die Anschwingkurve der Hintergliedmaßen ist relativ lang und steil;

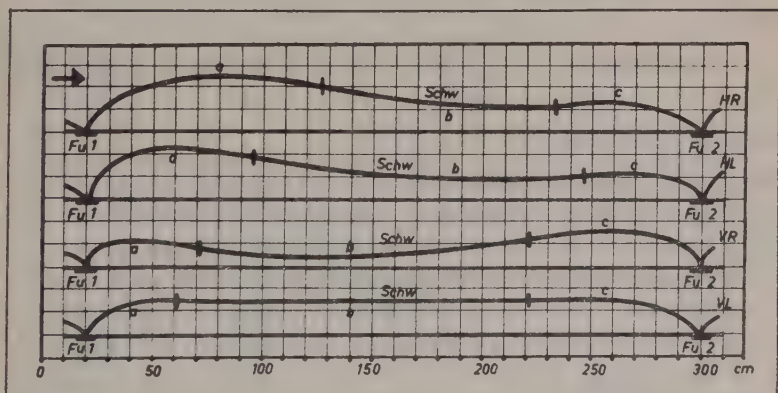


Abb.23. Schwingkurvenverlauf im alternierenden Galopp, Schäferhund.

am längsten und steilsten zeigt sich die der erstfußenden Hintergliedmaßen. An Höhe immer mehr verlierend schwingen die Hinterpfoten dann in flachen, nach unten konvexen Bogen

weiter und beenden mit weniger deutlichen und relativ kurzen Ausschwingkurven die Schwingphase. Bei den beiden Vordergliedmaßen ist die Anschwingkurve relativ flach. Der weitere Verlauf beider ist sehr unterschiedlich. Für die letztfußende Vordergliedmaße geht die Anschwingkurve in einen nahezu parallel mit der Bodenlinie verlaufenden Schwing-"bogen" über und dieser wiederum ohne deutliche Markierung in die Ausschwingkurve. Die andere Vordergliedmaße dagegen zeigt einen aussergewöhnlich stark durchgebogenen Schwingbogen, der in einer deutlich abgegrenzten Ausschwingkurve ausläuft. Für beide Vordergliedmaßen sind die Ausschwingkurven höher und länger als die Anschwingkurven.

Die Schwebephase, die sich aus der Überlappung der Schwingphasen der einzelnen Gliedmaßen innerhalb eines Bewegungsablaufes ergibt, nimmt im alternierenden Galopp schon sehr beachtliche Werte an und läßt sich, wie im Canter, berechnen aus: der Bewegungsfolge, den ersten drei Phasenverschiebungen und der Fußungsphase der zuletzt aufsetzenden Vordergliedmaße:

$$\text{Schwebephase} = Bf - (P_1 + P_2 + P_3 + Fu_4)$$

Die Phasenverschiebung

Mit Zunahme der Geschwindigkeit im alternierenden Galopp ist eine raschere Aufeinanderfolge der Einzelbewegungen verbunden. Die Werte der Phasenverschiebungen für die einzelnen Gliedmaßen sind wiederum unterschiedlich und auch innerhalb der einzelnen Galoppformen sehr variabel (Tab.19). Die kürzesten Werte haben die Phasenverschiebungen des mitteldiagonalen Beinpaars (P_2). Da sich der alternierende Galopp aus dem Canter ableiten läßt, ist dies leicht erklärlich. Die Phasenverschiebung P_2 hebt die synchrone Mitteldiagonalfußung auf. Damit wird auch die Phasenverschiebung P_3 zwischen den beiden Vordergliedmaßen beeinflusst und nimmt niedrigere Werte an als im Canter. Auffallend hoch liegen die Werte für die Phasenverschiebung P_4 . Sie schließt die Zeit der Schwebephase ein und ist annähernd so groß wie die Summe der er-

sten drei Phasenverschiebungen zusammen. Die Schwebephase läßt sich nach der Formel (S.68) berechnen.

Die Werte der Phasenverschiebungen P_1-P_4 schwanken im alternierenden Galopp zwischen $2/72$ sec und $14/72$ sec.

Im Zusammenspiel mit der zeitlichen Ausdehnung der Fußungsphasen ergeben sie typische Fußungsbilder, wie es Abb.22 darstellt. Die Einzelbewegungen sind kurz und folgen rasch aufeinander, sind aber doch so gegen einander versetzt, daß sich, wenn auch nur kurze, Überlappungszeiten gleicher Phase ergeben.

Bewegungsart	Fußfolge	Phasenverschiebungen von:			
		HL - HR	HR - VL	VL - VR	VR - HL
alternierender R-Galopp 1 Übergangsform C = 544 cm/sec Bl = 196 cm	HL	5/72	3/72	5/72	13/72
	HR				
	VL				
	VR				
alternierender R-Galopp 2 Übergangsform C = 619 cm/sec Bl = 232 cm	HL	4/72	3/72	6/72	14/72
	HR				
	VL				
	VR				
alternierender Li-Galopp 3 C = 684 cm/sec Bl = 247 cm	HR	4/72	2/72	6/72	14/72
	HL				
	VR				
	VL				
alternierender Li-Galopp 4 C = 855 cm/sec Bl = 285 cm	HR	4/72	3/72	4/72	13/72
	HL				
	VR				
	VL				
alternierender Li-Galopp 5 C = 923 cm/sec Bl = 295 cm	HR	4/72	3/72	4/72	12/72
	HL				
	VR				
	VL				

Tab.19. Die Phasenverschiebungen im alternierenden Galopp, Schäferhund.

Die Geschwindigkeit

Wie schon öfter erwähnt, tritt im alternierenden Galopp eine erhebliche Geschwindigkeitszunahme auf, und auch der Geschwindigkeitsbereich ist wohl der umfangreichste aller Bewegungsarten. Er reicht von 390 cm/sec = 14,04 km/Std bis zu 1010 cm/sec = 36,36 km/Std. Die Geschwindigkeitsbereiche des alternierenden Rechts- und Linksgaloppes überlappen sich dabei. Der Bereich für ersteren liegt zwischen 390 cm/sec und 620 cm/sec für letzteren zwischen 530 cm/sec und 1010 cm/sec (Abb.8). Während der alternierende Rechtsgalopp noch zu den langsamen Galopparten gezählt wird (Abb.8), reiht man den alternierenden Linksgalopp unter die mittelschnellen ein.

Die Geschwindigkeit ist eine Raum-Zeitbeziehung und läßt sich durch folgende Formel ausdrücken:

$$\text{Geschwindigkeit } C = \frac{\text{Bewegungslänge}}{\text{Bewegungsfolge}} \quad \text{cm/sec}$$

die gegenseitige Beziehung dieser Größen veranschaulicht Abbildung 8.

Die räumlichen Verhältnisse

Aus obiger Formel folgt, dass für die Höhe der Geschwindigkeit neben der Bewegungsfolge die Bewegungslänge von maßgebender Bedeutung ist. Die Bewegungslänge, die der Abstand zweier Fußungspunkte ein und derselben Gliedmaße ist, setzt sich auch im alternierenden Galopp aus vier Teilstrecken $T_1 - T_4$ zusammen, deren Größen verschieden sind und mit der Größe der Geschwindigkeit in Zusammenhang stehen (Tab.20). Während die Teilstrecken T_1 und T_3 weniger deutlich Veränderungen aufweisen, zeigen die Teilstrecken T_2 und T_4 , die den Abstand der Fußungspunkte diagonalen Gliedmaßenpaare (HL-VR, HR-VL) wiedergeben, deutliche Schwankungen. Für den alternierenden Rechtsgalopp liegen die Werte der Teilstrecke T_2 zwischen 41 cm und 53 cm, während im alternierenden Linksgalopp Werte von 72 cm bis 95 cm auftreten. T_2 wird also bei Geschwindigkeitszunahme größer. Ähnlich verhält sich die Teilstrecke T_4 .

Das Spurbild

Über die räumliche Lage der Fußungspunkte (Spurbild) gibt Abbildung 14 Aufschluß und vermittelt gleichzeitig einen Überblick über die einzelnen Teilstrecken. Die Trittsiegel liegen annähernd in einer Linie, (dies ist in der schematischen Darstellung schlecht wiederzugeben), so daß bei Spurenanalysen die Feststellung der Seitenzugehörigkeit schwerfällt, wenn nicht wenigstens eine Gliedmaße markiert ist. Die gegenseitigen Lagebeziehungen der Fußungspunkte sind infolge der Ausein-

Bewegungsart	Fußfolge	Teilstrecken				Bewegungs- länge
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
alternierender Galopp R C = 544 cm/sec	HL HR VL VR	HL HR 53	HR VL 55	VL HL 66	VR HL 22	196
alternierender Galopp R C = 619 cm/sec	HL HR VL VR	HL HR 41	HR VL 76	VL VR 67	VR HL 48	232
alternierender Galopp Li C = 684 cm/sec	HR HL VR VL	HR HL 45	HL VR 72	VR VL 60	VL HR 70	247
alternierender Galopp Li C = 855 cm/sec	HR HL VR VL	HR HL 46	HL VR 88	VR VL 62	VL HR 89	285

Fortsetzung Seite 72

alternierender Galopp Li C = 923 cm/sec	HR HL VR VL	HR HL 51	HL VR 95	VR VL 56	VL HR 93	295
---	----------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-----

Tab. 20. Räumliche Verhältnisse im alternierenden Galopp, Schäferhund.

anderziehung des Spurbildes deutlich erkennbar. Die Spuren der Hinterpfoten liegen weit vor denen der Vorderpfoten. Die Teilstrecke T_4 (zurückgelegt in der Schwebephase) ist im alternierenden Galopp erheblich größer als beim Canter, besonders bei den Linksformen, wo ja auch die Schwebephase maximale Werte annimmt.

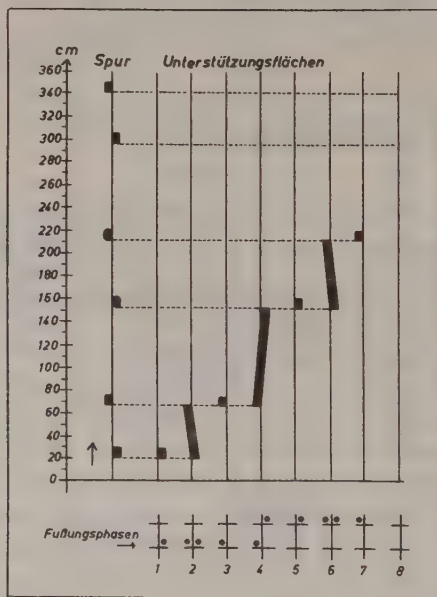


Abb.24. Spurbild und Form der Unterstützungsfelder im alternierenden Galopp, Schäferhund.

In engem Zusammenhang mit dem Spurbild steht die F o r m der Unterstützungsflächen. Sie beschränkt sich auf Grund der vorherrschenden Ein- und Zweibeinstützen sowohl im alternierenden Rechts- als auch im alternierenden Linksgalopp auf kleine Fußungsquadrate und schmale, langgestreckte Parallelogramme (Abb.24).

Die Schwerpunktsverlagerungen

im alternierenden Galopp erfolgen ausschließlich in vertikaler Richtung und sind sehr erheblich. Der Körperschwerpunkt erreicht seine höchste Lage in der Schwebephase und seine tiefste nach erfolgter Fußung des zuerst aufsetzenden Hinterbeines und vor dem Abstemmen des zuletztfußenden Vorderbeines.

Von den alternierenden Galopparten bevorzugt dieser Deutsche Schäferhund den alternierenden Linksgalopp und läuft ihn auch über längere Strecken.

Der alternierende Galopp ist wesentlich anstrengender als der Canter und stellt große Anforderungen an den gesamten Organismus.

c. Der zyklische Galopp.

Der zyklische Galopp ist die schnellste Form der Laufbewegung. Die Bezeichnung "zyklisch" gründet sich, wie bei dem eben abgehandelten alternierenden Galopp, auf die Art der Fußfolge.

Die Fußfolge

Die Fußung beginnt auch in dieser Galoppgruppe nach der Schwebephase mit einem der Hinterbeine und wird in z y k l i - s c h e r R e i h e n f o l g e (= ringförmig wörtlich) von den einzelnen Gliedmaßen fortgeführt, bis schließlich die Ausgangsgliedmaße wieder erreicht ist. Eine schematische Darstellung davon gibt Abb. 21. Der grundlegende Unterschied zum alternierenden Galopp liegt darin, dass die Mitteldiagonale ausfällt und von einer gleichseitigen Fußungsfolge einer Hinter- und einer Vordergliedmaße ersetzt wird. Damit verbunden ist

eine Änderung der Seitenzugehörigkeit der letzfußenden Vordergliedmaße. Während es im alternierenden Rechtsgalopp die rechte Vordergliedmaße ist, die am weitesten vorschwingt, zuletzt auf-
füßt, stützt, stemmt und abfüßt, ist es beim zyklischen Rechtsgalopp, der ebenfalls mit Hinten-links beginnt, die linke Vordergliedmaße, welche als letzte die Fußungsphase durchläuft. Der früheren Bezeichnung, bei der sich die Galoppbenennung nach der am weitesten vorschwingenden Vordergliedmaße richtet, wird somit der zyklische Galopp nicht gerecht, oder wenn man ihr gerecht werden wollte, würde der Fußungsbeginn der Hintergliedmaße nicht in der dazu passenden Reihenfolge stehen.

Um in Übereinstimmung mit den anderen Galopparten zu bleiben, gilt für den zyklischen Rechtsgalopp folgende Fußfolge:

HL HR VR VL (HL)

Für den zyklischen Linksgalopp: (Tab. 21 Abb. 21).

HR HL VL VR (HR)

Der zyklische Galopp kann nur über einen Bewegungsartenwechsel aus einer anderen Galopp- oder Bewegungsart entstehen. Aus dem alternierenden Galopp geschieht dies innerhalb eines Galoppsprunges und ist mit dem Auge kaum zu verfolgen. Aus anderen Bewegungsarten nimmt der Wechsel jedoch mehrere Bewegungsfolgen in Anspruch z.B. Trab - zyklischer Galopp.

Die zeitlichen Verhältnisse

Wie bei allen bis jetzt genannten Bewegungsarten ist auch im zyklischen Galopp die Dauer einer Bewegungsfolge innerhalb einer Galoppform für alle vier Gliedmaßen gleich groß, mit Änderung der Form aber variabel. Die Werte für Bf haben eine unterste Grenze von $17/72 \text{ sec} = 0,24 \text{ sec}$ und eine oberste Grenze von $24/72 \text{ sec} = 0,33 \text{ sec}$. Davon liegen die Werte für den zyklischen Rechtsgalopp mehr an der unteren, die des zyklischen Linksgaloppes mehr an der oberen Grenze. Doch gibt es auch wie

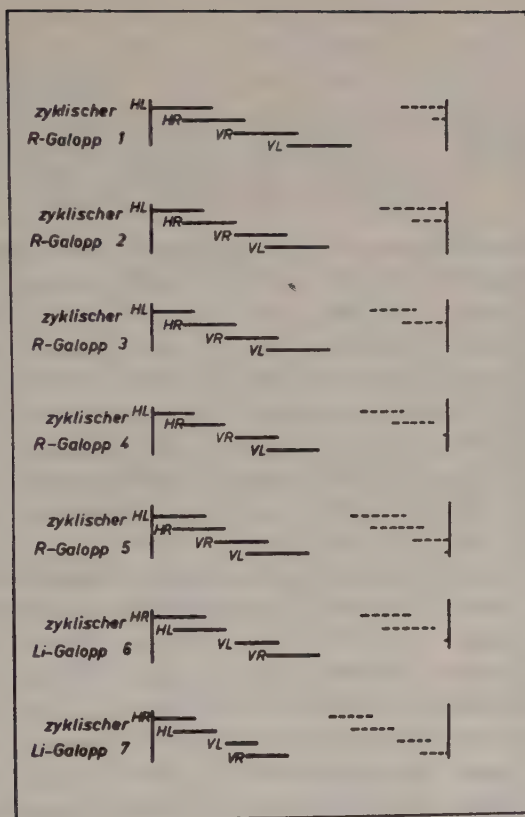


Abb.25. Fußungsbilder im zyklischen Galopp, Schäferhund.

Bewegungsart	Fuß- folge	Bewegungsfolge		Fußungsphase		Schwingphase	
		sec	%	sec	%	sec	%
Zyklischer	HL	24/72	100	6/72	25,0	18/72	75,0
R-Galopp 1	HR	24/72	100	6/72	25,0	18/72	75,0
C = 870 cm/sec	VR	24/72	100	6/72	25,0	18/72	75,0
Bl = 290 cm	VL	24/72	100	6/72	25,0	18/72	75,0
Zyklischer	HL	22/72	100	5/72	22,7	17/72	77,3
R-Galopp 2	HR	22/72	100	5/72	22,7	17/72	77,3
Übergangsform	VR	22/72	100	5/72	22,7	17/72	77,3
C = 1005 cm/sec	VL	22/72	100	6/72	27,3	16/72	72,7
Bl = 307 cm							
Zyklischer	HL	21/72	100	4/72	19,0	17/72	81,0
R-Galopp 3	HR	21/72	100	5/72	23,8	16/72	76,2
C = 1142 cm/sec	VR	21/72	100	5/72	23,8	16/72	76,2
Bl = 333 cm	VL	21/72	100	6/72	28,6	15/72	71,4
Zyklischer	HL	20/72	100	4/72	20,0	16/72	80,0
R-Galopp 4	HR	20/72	100	4/72	20,0	16/72	80,0
C = 1166 cm/sec	VR	20/72	100	4/72	20,0	16/72	80,0
Bl = 324 cm	VL	20/72	100	5/72	25,0	15/72	75,0
Zyklischer	HL	19/72	100	5/72	26,3	14/72	73,7
R-Galopp 5	HR	19/72	100	5/72	26,3	14/72	73,7
C = 1178 cm/sec	VR	19/72	100	5/72	26,3	14/72	73,7
Bl = 311 cm	VL	19/72	100	6/72	31,6	13/72	68,4
Zyklischer	HR	20/72	100	5/72	25,0	15/72	75,0
Li-Galopp 6	HL	20/72	100	5/72	25,0	15/72	75,0
Übergangsform	VL	20/72	100	4/72	20,0	16/72	80,6
C = 1055 cm/sec	VR	20/72	100	5/72	25,0	15/72	75,0
Bl = 293 cm							
Zyklischer	HR	17/72	100	4/72	23,5	13/72	76,5
Li-Galopp 7	HL	17/72	100	4/72	23,5	13/72	76,5
Übergangsform	VL	17/72	100	3/72	17,6	14/72	82,4
C = 1395 cm/sec	VR	17/72	100	4/72	23,5	13/72	76,5
Bl = 329 cm							

Tab.21. Bewegungsfolge, Fußungs- und Schwingphasenverhältnisse im zyklischen Galopp, Schäferhund.

im alternierenden Galopp Überlappungsbereiche, die sich auf die Dauer der Bewegungsfolgen ausdehnen (Abb.8).

Die Fußungsphase

Zeitlich gesehen nimmt die Fußungsphase im zyklischen Galopp äußerst kleine Werte an und beträgt bei der Einzelphase nur noch 18% - 28% einer Bewegungsfolge (Tab.21).

Für den zyklischen Linksgalopp schwanken die Werte für die Fußungsphasen zwischen $3/72 \text{ sec} = 0,024 \text{ sec}$ und $5/72 \text{ sec} = 0,069 \text{ sec}$, für den zyklischen Rechtsgalopp zwischen $4/72 \text{ sec} = 0,055 \text{ sec}$ und $6/72 \text{ sec} = 0,083 \text{ sec}$, Zeiten, die mit dem Auge nicht mehr registriert werden können. Sie erscheinen in Form momentaner Bodenberührungen und ermöglichen keinerlei Schlüsse auf die funktionelle Beanspruchung der Gliedmaßen, an die ja in dieser kurzen Zeit höchste Anforderungen gestellt werden. Dies kann nur mit Hilfe der Zeitdehnung geschehen.

Funktionell gesehen werden die vier Gliedmaßen in ihren Fußungsphasen verschieden stark beansprucht und zwar in noch höheren Maße als beim alternierenden Galopp. Zunächst ist es die erstfußende Hintergliedmaße, welche die Körperlast auffängt und ihr die erste Unterstützung gibt. Für sie liegt die Hauptaufgabe in der Stützphase, nämlich die Übernahme der Körperlast und das Abfangen des Schwebeschwunges. Von der zweitfußenden Hintergliedmaße und der gleichzeitig folgenden Vordergliedmaße werden die weitere Unterstützung und der weitere Vorschub gewährleistet und schließlich mit der letztfußenden Vordergliedmaße beendet. Bei dieser fällt im Gegensatz zur erstfußenden Hintergliedmaße die Hauptaufgabe ihrer Stemmphase zu. Sie gibt dem Körper den letzten, kräftigen Abstoß zur Schwebephase. Diese eben beschriebenen Verhältnisse gelten jedoch in der Form nur für den zyklischen Rechtsgalopp, dem langsameren der zyklischen Galoppgruppe. Beim zyklischen Linksgalopp tritt nämlich bei unserem Schä-

ferhund noch eine zweite Schwebephase auf, die sich zwischen die gleichseitige Mittelfußung einschiebt und auf die funktionelle Beanspruchung der Einzelgliedmaßen einen nicht unbedeutenden Einfluß hat (Abb. 26).

Das Auffangen und kraftvolle Abstemmen des Körpers erfolgt im zyklischen Linksgalopp jeweils zweimal innerhalb eines Bewegungsablaufes und stellt somit noch grössere Anforderun-

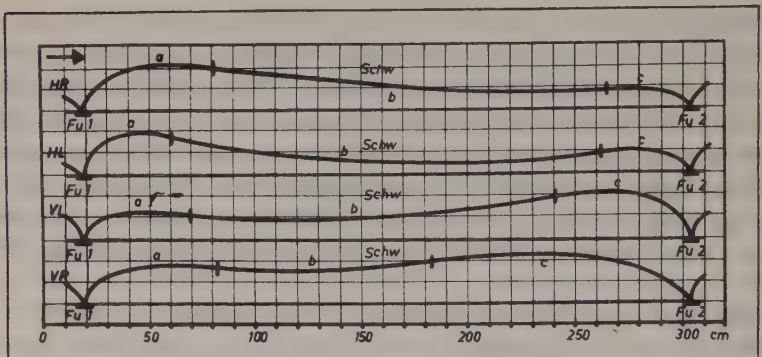


Abb.26. Schwingkurvenverlauf im zyklischen Galopp,
Schäferhund.

gen an die fußenden Gliedmaßen. Funktionell teilen sich die Hintergliedmaßen und die Vordergliedmaßen ihre Beanspruchung so, dass die nach der Schwebephase jeweils erstfußende Gliedmaße größere Stützfunktion, die zweitfußende Gliedmaße vorwiegend Stemmfunktion ausübt. Die Größen der Stütz-Stemmbeanspruchungen richten sich nach den Geschwindigkeiten C der Galoppformen.

Die Schwingphase

Die Schwingphase erreicht im zyklischen Galopp zeitlich die höchsten Werte der bis jetzt beschriebenen Bewegungsarten und nimmt pro Gliedmaße 72% - 82% einer Bewegungsfolge ein (Tab.21). Die Werte für den zyklischen Rechtsgalopp und Linksgalopp ändern sich für die einzelnen Gliedmaßen entsprechend den Werten der Fußungsphasen. Sie schwanken zwischen $13/72 \text{ sec} \neq 0,18 \text{ sec}$ und $18/72 \text{ sec} = 0,25 \text{ sec}$.

Doch wesentlicher als diese zeitliche Variabilität bei den vier Gliedmaßen, sowohl innerhalb einer Bewegungsform als auch in den verschiedenen Galoppformen, ist die räumliche, die sich in Form der Schwingkurven darstellen läßt (Abb.26).

Der Schwingkurvenverlauf ist wie im alternierenden Galopp für alle vier Gliedmaßen verschiedenartig. Dies betrifft weniger die Höhe (Abb.26) als die Form der Schwingkurven. Während die Hintergliedmaßen steile, hohe Anschwingkurven haben, dagegen aber flache, niedrige Ausschwingkurven, ist es bei den Vordergliedmaßen gerade umgekehrt. Dies zeigt sich besonders deutlich bei der letztfüßenden Vordergliedmaße, welche die höchste Ausschwingkurve aufweist. Auch die Längen der Anschwing-, Ausschwingkurven und insbesondere der eigentlichen Schwingkurven sind sehr unterschiedlich, wie es Abb.26 für den zyklischen Linksgalopp wiedergibt. Besonders kurz und flach ist der Schwingbogen für die letztfüßende Vordergliedmaße, die ersten drei hingegen zeigen verhältnismäßig lange und mäßig stark durchgebogene Schwingbögen.

Die Schwebephase

Im zyklischen Galopp tritt neben der bekannten Schwebephase bei Laufbewegungen eine zweite, neue Schwebephase innerhalb einer Bewegungsfolge auf. Um die Lage dieser Schwebephase, die sich zwischen die Fußungsphasen von Hinter- und Vordergliedmaßen einschiebt, näher zu kennzeichnen und Ver-

wechslungen mit der eigentlichen Schwebephase der anderen Laufbewegungsarten zu vermeiden, soll die Schwebephase 2-3 genannt werden (2,3 sind die zweite und dritte Gliedmaße), die eigentliche Schwebephase Schwebephase 4-1. (4,1 sind die vierte, letztfußende Gliedmaße und die erstfußende des folgenden Bewegungsablaufes). Die Schwebephase 2-3 schiebt sich in die Mitte einer Bewegungsfolge ein und wird ermöglicht durch die raschere Aufeinanderfolge von Stütz- und Stemmphase der beiden Hintergliedmaßen und eines kraftvollen Abstoßes dieser. Die Schwebephase 4-1 ist im Vergleich zum alternierenden Galopp kürzer und nimmt auch im Gegensatz zu diesen mit Steigerung der Geschwindigkeit C immer kleinere Werte an.

Sie lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$\text{Schwebephase } 4-1 = Bf - (P_1 + P_2 + P_3 + Fu_4)$$

und erreicht Werte von $4/72 - 5/72$ sec. Den kleinsten Wert von den beiden Schwebephasen hat die Schwebephase $2-3$ mit durchschnittlich $1/72$ sec = 0,014 sec. Sie tritt nur bei schnellen Galoppformen auf und erscheint vereinzelt im zyklischen Rechtsgalopp, dagegen immer im zyklischen Linksgalopp (Abb.25). Ihre Größe lässt sich sehr einfach berechnen aus der Differenz der Phasenverschiebung P_2 und der Fußungsphase Fu_2 . Es gilt dafür folgende Formel:

$$\text{Schwebephase } 2-3 = P_2 - Fu_2$$

Die Phasenverschiebung

Die einzelnen Phasenverschiebungen $P_1 - P_4$ stehen im zyklischen Galopp im engsten Zusammenhang mit der Geschwindigkeit und der Dauer der Fußungsphase und geben dieser Galoppgruppe damit ihr Gepräge. Die Einzelbewegungen folgen rasch aufeinander und sind aber doch so gegen einander gesetzt, dass nur sehr kurze Überlappungszeiten auftreten; dies zeigt deutlich Abb.25. Je schneller die Bewegungsart wird, um so lockerer u. gelöster erscheint das Fußungsbild. Die Einzelwerte der Phasenverschiebungen sind wiederum für alle vier Gliedmaßen verschiedenen groß und schwanken zwischen $2/72$ sec = 0,028 sec und $12/72$

Bewegungsart	Fußfolge	Phasenverschiebungen von:			
		HL - HR	HR - VR	VR - VL	VL - HL
Zyklischer 2-Galopp 1 v = 870 cm/sec l = 290 cm	HL				
	HR				
	VR	3/72	5/72	5/72	11/72
	VL				
Zyklischer 2-Galopp 2 Übergangsform v = 1005 cm/sec l = 307 cm	HL	3/72	5/72	3/72	11/72
	HR				
	VR				
	VL				
Zyklischer 2-Galopp 3 v = 1142 cm/sec l = 333 cm	HL				
	HR	3/72	4/72	4/72	10/72
	VR				
	VL				
Zyklischer 2-Galopp 4 v = 1166 cm/sec l = 324 cm	HL				
	HR				
	VR	3/72	5/72	3/72	9/72
	VL				
Zyklischer 2-Galopp 5 v = 1178 cm/sec l = 311 cm	HL				
	HR				
	VR	3/72	4/72	3/72	10/72
	VL				
		HR - HL	HL - VL	VL - VR	VR - HR
Zyklischer 2-Galopp 6 Übergangsform v = 1055 cm/sec l = 293 cm	HR				
	HL	2/72	5/72	2/72	8/72
	VL				
	VR				
Zyklischer 2-Galopp 7 Übergangsform v = 1395 cm/sec l = 329 cm	HR				
	HL	2/72	6/72	3/72	9/72
	VL				
	VR				

Tab.22. Die Phasenverschiebungen im zyklischen Galopp, Schäferhund.

sec = 0,166 sec (Tab.22). Die Aufteilung der vier Phasenverschiebungen ist sehr unterschiedlich im Vergleich zu der des alternierenden Galopp. Dies hängt zum Teil mit der neu auftretenden Schwebephase zusammen, zum Teil mit deren Vorbereitung. Mit Zunahme der Geschwindigkeit im zyklischen Galopp nähern sich die Werte für die Phasenverschiebung P_2 immer mehr den Werten der entsprechenden Fußungsphasen und überschreiten diese in den schnellsten Galoppformen schließlich, so dass zwischen den Fußungen von Hinter- und Vordergliedmaßen eine Schwebzeit auftritt (Abb.25). Durch P_2 wird gleichzeitig die Phasenverschiebung zwischen den beiden Hintergliedmaßen P_1 so mitbeeinflusst, dass sie jeweils den kürzesten Wert der vier Phasenverschiebungen annimmt. Das hängt mit der Schwebephase $2-3$ zusammen. Die Phasenverschiebung P_2 erreicht zwar größere Werte als P_1 und P_3 , den relativ größten Wert innerhalb eines Bewegungsablaufes behält jedoch mit $8/72 - 11/72$ sec die Phasenverschiebung P_4 , welche die eigentliche Schwebephase $4-1$ in sich schließt.

Die Geschwindigkeit

Die zyklische Galoppgruppe ist die schnellste Gruppe der Laufbewegungen und besitzt einen sehr umfangreichen Geschwindigkeitsbereich, dessen unterste Grenze bei $850 \text{ cm/sec} = 30,6 \text{ km/Std}$ und dessen oberste bei $1390 \text{ cm/sec} = 50,04 \text{ km/Std}$ liegt.

(Der Geschwindigkeitsbereich umfaßt alle Einzelwerte der Auswertungstabellen).

Die schnellste Galoppart ist bei diesem Schäferhund, der allen Auswertungen zugrunde liegt, der zyklische Linksgalopp mit einem Geschwindigkeitsbereich von $1000 \text{ cm/sec} - 1390 \text{ cm/sec}$ und stellt höchste Anforderungen an den Organismus. Er wird auch nicht auf längere Strecken gelaufen, es sei denn als Dressurleistung z.B. Renngalopp.

Der zyklische Rechtsgalopp dagegen reiht sich zwischen die Geschwindigkeiten 850 cm/sec und 1250 cm/sec ein und wird vorwiegend benutzt, um längere Strecken in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen.

Beide Arten haben einen Überlappungsbereich. Der Wechsel von der Rechts- zu der Linksart erfolgt sprunghaft, indem ledig-

lich im Augenblick der Schwebephase $2-3$ die Fußfolge der Vordergliedmaßen gewechselt wird. Die nächstfolgende Bewegungsfolge beginnt dann mit der gegenseitigen Hintergliedmaße z.B. Wechsel vom zyklischen Rechts- zum Linksgalopp:

- | | | | | |
|-------|----|----|----|-------------------------|
| 1. HL | HR | VR | VL | zyklischer Rechtsgalopp |
| 2. HL | HR | VL | VR | Wechsel |
| 3. HR | HL | VL | VR | zyklischer Linksgalopp |

Der Wechsel erfolgt demnach in Form einer alternierenden Fußfolge. Der Grund dafür, dass der zyklische Linksgalopp die schnellere Bewegungsart ist, liegt wahrscheinlich in der individuellen Veranlagung des Hundes und beruht auf Gewohnheit. Es kann bei anderen Schäferhunden gerade umgekehrt sein, so daß der zyklische Rechtsgalopp als schnellere und der zyklische Linksgalopp als langsamere Galoppart auftritt. Als Raumzeitbeziehung gehorcht die Geschwindigkeit folgender Formel:

$$C = \frac{\text{Bewegungslänge } Bl}{\text{Bewegungsfolge } Bf} \text{ cm/sec}$$

Die genauen Beziehungen hinsichtlich der Bewegungslänge, der Bewegungsfolge und der Geschwindigkeit gibt Abb.8 wieder.

Die räumlichen Verhältnisse

Die räumlichen Verhältnisse im zyklischen Galopp werden durch die relativ langen Schwingphasen und die Größe der Phasenverschiebungen als auch durch die Art der Fußfolge bestimmt. Als räumliche Bewegungsgrößen treten auf: die Bewegungslänge Bl und ihre Teilstrecken $T_1 - T_4$. Nicht nur die Bewegungslänge Bl selbst ist veränderlich, sondern auch deren Teilstrecken (Tab.23). Besonders groß wird die Teilstrecke T_2 . Sie nimmt Werte an von 120 cm - 173 cm. Je schneller die Galoppformen werden, umso größer wird T_2 . Die Teilstrecke T_1 dagegen nimmt ab bis auf 29 cm. Auch T_4 zeigt im zyklischen Galopp einen Abfall auf 69cm. Die Teilstrecke T_3 dagegen unterliegt nur geringen Schwankungen.

Die räumliche Lage der Fußungspunkte und das Verhältnis der

Teilstrecken gibt die Übersichtsdarstellung der Spurbilder, Abbildung 14 wieder.

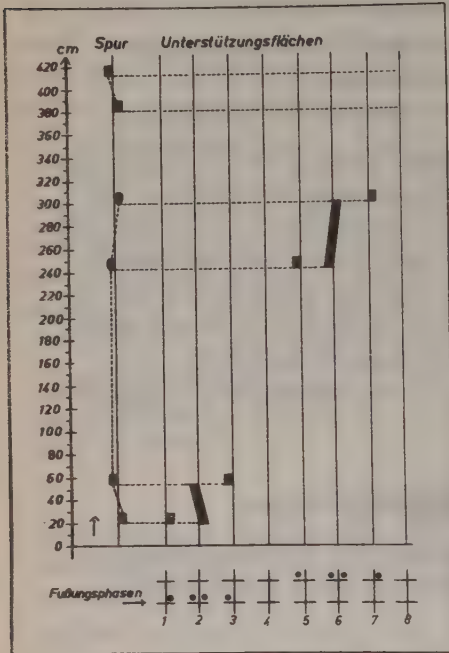


Abb.27.

Spurbild und Unterstützungsfelder im zyklischen Galopp, Schäferhund.

Das Spurbild

Die Trittsiegel liegen nahe der Medianlinie und liefern sowohl im zyklischen Rechts- als auch Linksgalopp ein schmales, langgestrecktes Spurbild. Auffallend ist im zyklischen Galopp die weite Entfernung der Hinterfußspuren von den Vorderfußspuren innerhalb eines Bewegungsablaufes. Sie ist bedingt durch die zweite Schwebephase 2-3. Im Gegensatz dazu rücken die Hinterfußspuren des folgenden Bewegungsablaufes aber näher an die Vorderfußspuren des vorhergehenden Bewegungsablaufes heran und bilden mit diesen Komplexe von jeweils vier Fußungspunkten, wie es Abb. 27 zeigt. Die Teilstrecke T_4 , die während

der eigentlichen Schwebephase 4_1 zurückgelegt wird, nimmt danach kleinere Werte an, obwohl zeitlich gesehen die längere Schwebezeit dazu benötigt wird. Es stehen also die räumlichen Größen T_2 und T_4 der beiden Schwebephasen in nahezu umgekehrten Verhältnissen zu deren zeitlichen.

Die F o r m der Unterstützungsflächen (Abb.27) ähnelt in den Grundzügen der des alternierenden Galoppes und beschränkt sich auf die durch die vorherrschenden Ein- und Zweibeinstützen sich ergebenden Fußungsrechtecke und schmale, längliche Parallelogramme. Letztere werden im Vergleich zum alternierenden Galopp verhältnismäßig kurz, da infolge der rasch aufeinanderfolgenden Fußungen der Hinter- und Vordergliedmaßen die Fußungspunkte näher aneinanderrücken.

Die Schwerpunktsverlagerung

des Gesamtkörpers geschieht ausschließlich in vertikaler Richtung. Zwar deutet die Fußfolge auf horizontale Verlagerungen hin, da ja das Körpergewicht zeitweilig von dem linken, gleichseitigen Beinpaar, zeitweilig von dem rechten, gleichseitigen Beinpaar getragen wird, infolge der hohen Geschwindigkeit aber und der nahezu in einer Linie liegenden Trittsiegel wird eine Horizontalverlagerung unterbunden. Sie wäre auch einer so schnellen Fortbewegung nur hinderlich. Die Vertikalverlagerungen sind sehr beachtlich. Seine höchste Lage erreicht der Körper in dem zyklischen Rechtsgalopp noch in der eigentlichen Schwebephase 4_{-1} , seinen tiefsten Punkt nach Fußung der beiden Hintergliedmaßen bzw. auch vor dem Abstemmen der letztfußenden Vordergliedmaße. Im zyklischen Linksgalopp dagegen fällt die höchste Schwerpunktslage nicht der Schwebephase 4_{-1} zu, sondern der Schwebephase 2_{-3} . Der zyklische Galopp ist die schnellste Bewegungsgruppe der Laufbewegungen und stellt höchste Anforderungen sowohl an den Bewegungsapparat, als auch an den Gesamtorganismus des Hundes.

Bewegungsart	Fußfolge	Teilstrecken				Bewegungs- länge cm
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Zyklischer R-Galopp 1 C=870 cm/sec Bl = 290 cm	HL HR VR VL	HL HR 47	HR VR 109	VR VL 54	VL HL 80	209
Zyklischer R-Galopp 2 C=1005 cm/sec Bl = 307 cm	HL HR VR VL	HL HR 48	HR VR 120	VR VL 54	VL HL 85	307
Zyklischer R-Galopp 3 C=1142 cm/sec Bl = 333 cm	HL HR VR VL	HL HR 47	HR VR 132	VR VL 66	VL HL 88	333
Zyklischer R-Galopp 4 C=1166 cm/sec Bl = 324 cm	HL HR VR VL	HL HR 49	HR VR 129	VR VL 60	VL HL 86	324
Zyklischer R-Galopp 5 C =1178 cm/sec Bl = 311 cm	HL HR VR VL	HL HR 51	HR VR 136	VR VL 50	VL HL 74	311
Zyklischer Li-Galopp 6 C=1055 cm/sec Bl = 293 cm	HR HL VL VR	HR HL 29	HL VL 134	VL VR 57	VR HR 73	293
Zyklischer Li-Galopp 7 C=1395 cm/sec Bl = 329 cm	HR HL VL VR	HR HL 39	HL VL 173	VL VR 57	VR HR 69	329

Tab.23. Die Bewegungslänge und ihre Teilstrecken im zyklischen Galopp.

Die Gliedmaßenführung im Galopp

Das bogenförmige Vorschwingen der Gliedmaßen in der Schwingphase ist wohl bei keiner Bewegungsart so ausgeprägt wie beim

Galopp (vergl. Seite 23). Die Fußungsflächen liegen nahezu in einer Linie hintereinander. Die schwingenden Gliedmaßen werden seitlich, ähnlich wie im Trab (Abb. 18), an den in Fußung befindlichen vorbeigeführt und ermöglichen so einen reibungslosen Wechsel von Aufsetzen, Stützen, Stemmen und Absetzen der Einzelgliedmaßen.

Gesamtbild des Galoppes

Das Gesamtbild der Galoppbewegung ist sehr harmonisch im Zusammenspiel der Kopf-, Rumpf-, Schwanz- und Gliedmaßenbewegungen. Leicht und elegant werden die Gliedmaßen voneinander in ihren Einzelbewegungen abgelöst und der Körper rollt förmlich über die ausserordentlich elastischen Bewegungsorgane von Schwebephase zu Schwebephase. Kopf- und Rumpfbewegung helfen den Eindruck einer rollenden Bewegung vervollständigen und geben dem Galopp erst sein eigentliches Gepräge.

Allgemein betrachtet ist der Galopp eine sehr schnelle, raumgreifende Bewegungsart mit vorwiegend, teilweise sehr großen, vertikalen Schwerpunktsverlagerungen und beachtlichen Nebenbewegungen von Kopf und Rumpf.

Die Kopfbewegungen

Die Kopfbewegung ist während des Galoppes von großer Bedeutung und soll deshalb etwas eingehender behandelt werden. Sie erfüllt zwei Aufgaben. Einerseits ist sie richtungsgebend für den Bewegungsablauf, auf der anderen Seite bildet der Kopf einen fixen Punkt für die Kopf-Hals-Armmuskeln beim Abstemmen durch die letztfüßende Vordergliedmaße. Im Bewegungsablauf ist dies deutlich am Unterkiefer zu beobachten. Das Maul ist bei schnelleren Bewegungsarten gewöhnlich geöffnet, wahrscheinlich, um bessere Atmungsmöglichkeiten zu schaffen. Jedoch erfolgt im schnellen Galopp vor jedem Absetzen der zuletzt füssenden Vordergliedmaße ein deutliches Heranziehen des Unterkiefers und somit teilweiser Schluß der Mundspalte. Dies geht einher mit der ausserordentlich starken Anspannung der

Kopf-Hals-Armmuskeln, die im Zusammenwirken mit der Gliedmaßenmuskulatur und deren kraftvoller Kontraktion den Körper in die Schwebephase stemmen.

Die Kopfbewegung selbst hat einen wellenförmigen Charakter wie im Schritt, nur sind die einzelnen Wellenberge und -täler viel ausgeprägter und die Bewegungen erfolgen ausschließlich in sagittaler Richtung und nicht wie bei Schritt in pendelnder Weise nach rechts und links.

Die Wellenberge beschreibt der Kopf während der Schwebephase 4-1 sowohl im alternierenden als auch im zyklischen Galopp, die Wellentäler dagegen in den Fußungsphasen. In der Schwebephase 2-3 befindet sich der Kopf auf der Übergangslinie von Wellenberg zu Wellental. Je schneller die Galoppbewegung wird, umso welliger werden auch die Linien, die der Kopf dabei beschreibt.

Die Rumpfbewegungen

Der Körper des Hundes nimmt im Galopp zwei typische Haltungen ein: 1. eine zusammengekrümmte, 2. eine gestreckte Körperhaltung, die miteinander regelmäßig abwechseln und kontinuierlich ineinander übergehen.

Die zusammengekrümmte Haltung zeigt sich vorwiegend während der eigentlichen Schwebephase 4-1 d.h. am Ende jeder Bewegungsfolge. Über das letztfüßende Vorderbein rollt sich der Körper hinweg in die Schwebephase 4-1. Die drei anderen Gliedmaßen schwingen unter dem Rumpf versammelt und überholen dabei teilweise die noch fußende Vordergliedmaße. Dabei greift die von den Hintergliedmaßen zuerst fußende am weitesten nach vorne aus und zieht seitlich an der fußenden Vordergliedmaße vorbei. Nach Abfußen der weit nach hinten gestreckten Vordergliedmaße erfolgt das freie Schweben in zusammengekrümmter Haltung.

Der K_o_p_f mit den seitlich anliegenden Ohren und der H_a_l_s sind in dieser Phase gestreckt.

Die Rumpfachse ist maximal gekrümmt und der Schwanz schwebt gestreckt in fast horizontaler Richtung.

Diese Haltung wird durch das Fußende einer der beiden Hintergliedmaßen von einer etwas mehr gestreckten Haltung abgelöst, die schließlich nach dem Fußende der zweiten Hintergliedmaße in die

Streckhaltung übergeht, und, sofern vorhanden, die Schwebephase $2-3$ überdauert.

Kopf, Rumpfachse und Schwanz liegen in fast einer Ebene. Der Kopf ist wiederum gestreckt, die Ohren liegen seitlich an, ebenfalls befindet sich der Schwanz in gestreckter Haltung und die Rumpfachse ist etwas nach unten durchgebogen.

Die Vordergliedmaßen greifen weit nach vorne aus, wobei die letztfußende zunächst noch Beugehaltung im Carpalgelenk zeigt, dann aber ebenfalls in Streckstellung übergeht und am weitesten nach vorne ausgreift.

Tritt eine Schwebephase $2-3$ in schnelleren Galoppformen auf, z.B. zyklischer Linksgalopp, so schwebt der Körper einen Augenblick in dieser Stellung frei in der Luft.

- - - - -

Zusammenfassung

Es wurden an Hand mehrerer Normalfilme die Analysen folgender Bewegungsarten eines Deutschen Schäferhundes durchgeführt:

Schritt	}	Gehbewegungen
Passähnlicher Gang		
Passlauf	}	Laufbewegungen
Trab		
Galopp		

Die Methodik bestand in Einzelbildauswertungen, deren Ergebnisse in Diagrammen und Tabellen zusammengestellt wurden.

Grundsätzlich unterscheidet man bei Lokomotionen vom Ort zwischen Geh- und Laufbewegungen. Zu den Gehbewegungen werden gerechnet: Schritt und passähnlicher Gang. Zu den Laufbewegungen zählen: Passlauf, Trab und Galopp.

I. Die Gehbewegungen

Das Charakteristikum der Gehbewegungen ist das Fehlen einer Schwebephase und das Vorherrschen der Drei- und Zweibeinstützen.

Der Schritt

ist die langsamste Bewegungsart überhaupt und wird sowohl als Dauerform als auch als Übergangsform vom Stand zu schnelleren Bewegungsarten gegangen. Kennzeichnend ist für ihn die Symmetrie der Einzelbewegungsphasen der vier Gliedmaßen.

Der passähnliche Gang

lässt sich direkt aus dem Schritt ableiten und ist eigentlich eine überschnelle Schrittform. Da diese Bewegungsart aber mehr dem Passlauf als dem gewöhnlichen Schritt ähnlich ist,

wird sie als passähnlicher Gang bezeichnet. Letzterer ist gekennzeichnet durch eine rasche Aufeinanderfolge von Vorder- und Hintergliedmaßen gleicher Seite. Diese Bewegungsart spielt vorwiegend als Übergangsform von Schritt zu Passlauf eine Rolle.

II. Die Laufbewegungen

Das Charakteristische der Laufbewegungen ist die Schwebephase und das Vorherrschen der Zwei- und Einbeinstützen.

Der Passlauf

ist die langsamste Laufbewegung. Kennzeichnend für ihn ist der Synchronismus der Bewegungsabläufe gleichseitiger Vorder- und Hintergliedmaßen. Der Passlauf wird von dem Schäferhund für kurze Wegstrecken bevorzugt, er ist jedoch wenig raumgreifend und kann nicht als direkte Dauerbewegungsform angesprochen werden. Die Schwebephase ist in dieser Bewegungsart noch sehr kurz. Sie schiebt sich zwischen den Fußswechsel gleichseitiger Gliedmaßenpaare ein.

Der Trab

ist die am häufigsten beobachtete Bewegungsart des Schäferhundes überhaupt. Kennzeichnend für ihn ist der Synchronismus der Bewegungsabläufe diagonalen Gliedmaßenpaare. Der Trab gilt als ausgesprochene Dauerbewegungsform. Er ist sehr raumgreifend und offensichtlich wenig ermüdend. Die Schwebephase tritt deutlich in Erscheinung. Sie liegt zwischen den Fußswechseln diagonalen Gliedmaßenpaare.

Der Galopp

ist ein Sammelbegriff für eine Reihe von Bewegungsarten. Er lässt sich einteilen in: Canter, alternierenden Galopp und zyklischen Galopp. Diese Bezeichnungen sind auf Grund der Fußfolge gewählt worden. In jeder dieser Galoppgruppen un-

terscheidet man eine Rechts- und eine Linksform.

Der Canter

ist die langsamste Galoppgruppe und gleicht in seinem Wesen dem gewöhnlichen Pferdegalopp. Er ist gekennzeichnet durch die synchrone Mitteldiagonalfußung einer Hintergliedmaße und einer Vordergliedmaße. Als selbstständige Bewegungsart spielt er keine, wohl aber als Übergangsform von Trab zu alternierenden bzw. zyklischen Galopparten.

Der alternierende Galopp

umfaßt mittelschnelle Galoppformen mit einer deutlichen Schwebephase, die sich zwischen zwei Galoppsprünge einschleibt. Er ist sehr raumgreifend und darf als Dauerform angesprochen werden. Der alternierende Linksgalopp ist die schnellere, der alternierende Rechtsgalopp die langsamere Bewegungsart dieser Galoppgruppe.

Der zyklische Galopp

wird von dem Schäferhund nur in Ausnahmefällen gelaufen, nämlich dann, wenn es notwendig wird, große Strecken in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen. Die zyklischen Galopparten sind zwar ausserordentlich raumgreifend aber auch sehr ermüdend. Die schnellste Bewegungsart dieser Galoppgruppe ist der zyklische Linksgalopp. Kennzeichnend für ihn ist das Auftreten einer zweiten Schwebephase innerhalb eines Bewegungsablaufes, die sich zwischen die Fußsungen von Vorder- und Hintergliedmaßen einschleibt.

Abschließend darf gesagt werden, dass zur Erkennung und zur Analyse der Bewegungsvorgänge die Kinematographie das allein zweckmäßige Hilfsmittel ist. Nur mit ihr ist es möglich, die komplizierten Zusammenhänge der Bewegungsabläufe erfolgreich zu klären.

Literaturangaben

- Lepli A.: Betrachtungen über die Messungen der oberen Extremitätenwinkel, sowie neue Meß- und Beobachtungsversuche durch Filmaufnahme beim Pferd.
Inaugural-Dissertation, Zürich 1937.
- Bethe, Bergmann, Embden, Ellinger: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Bd. 15/1,
Verlag Julius Springer, Berlin 1930.
- Hmelin W.: Das Äussere des Pferdes, Beurteilungslehre.
Verlag Schickhardt und Ebner, Stuttgart 1925.
- Gray J.: How Animals Move.
At the University Press, Cambridge 1953.
- Kadletz: Die Lage und Stellung der Gliedmaßen bei einigen Gangarten des Pferdes.
Sonderdruck aus den Sitzungsberichten der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie, 44, München, 1935.
- Krüger W.: Die Fortbewegung des Pferdes.
Heft 43, Verlag Paul Parey, Berlin SW 11, 1939.
- Meyhausen P.: Entdeckung der relativen Koordination.
Studium generale, 7. Jg., Heft 1 1954.
- Nickel, Schummer, Weiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. I.
Verlag Paul Parey 1954.
- Schäme: Zeitschrift für Hundeforschung. Bd. 2.
Heft 3 u. 4, Juni 1932.
- Walter K.: Der Bewegungsablauf an den freien Gliedmaßen des Pferdes im Schritt, Trab und Galopp.
Inaugural-Dissertation, Berlin 1925.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Horn, danke ich für die Überlassung des Themas und seine freundliche Unterstützung und Förderung bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Professor Dr.Dr. Boguth danke ich für seine wertvollen Hinweise und Anregungen, sowie für seine Hilfe zur graphischen Darstellung der Bewegungsarten.

Ferner danke ich Herrn Dr. Eder für seine Unterstützung in filmtechnischen Fragen.

L e b e n s l a u f

Ich wurde am 12.6.1932 als Tochter des Volksschullehrers Adolf Zeitler und dessen Ehefrau Rosa Zeitler, geb. Wismath, in Hof geboren. Von 1939 bis 1943 besuchte ich die Volksschule in Selb, trat 1943 in die Oberrealschule dort ein und beendete meine Schulausbildung mit dem Abitur im Jahre 1951. Nach einem Studiensemester der Naturwissenschaften in Bamberg immatrikulierte ich mich in Giessen im Sommersemester 1952 zum Studium der Veterinärmedizin. Nach bestandener Tierärztlicher Vorprüfung begann ich mit den Arbeiten für meine Dissertation am Veterinär-Physiologischen Institut in Giessen. Im Wintersemester 1956/57 legte ich die Tierärztliche Prüfung an der Justus Liebig-Universität in Giessen ab, wo ich auch im Juni 1957 promovierte. Meine halbjährige Praktikantenzeit leistete ich von Februar bis August 1957 bei einem Tierarzt in Frankfurt/Main ab. Seit 1. September 1957 bin ich als wissenschaftliche Assistentin an dem Veterinär-Physiologischen Institut der Justus Liebig-Universität in Giessen tätig.

- - - - -

